

**Національний лісотехнічний університет України  
Лісівнича академія наук України**

---

# **НАУКОВІ ПРАЦІ**

## **ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ**

**Випуск 16**

Започатковано у 2001 р.

Львів  
Видавництво «Компанія “Манускрипт”»  
2018

**Наукові праці Лісівничої академії наук України:** збірник наукових праць. – Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. – Вип. 16. – 144 с.

У збірнику наукових праць опубліковано результати наукових досліджень, в яких висвітлено наукові досягнення в царині лісівництва та лісознавства, лісової таксації та лісовпорядкування, їхні актуальні проблеми сьогодення, наведено результати досліджень у сфері відтворення та покращення стану лісових ресурсів, захисту лісів, біології рослинних угруповань, проблеми раціонального природокористування, висвітлено нові аспекти ресурсоощадних та екологобезпечних технологій деревообробки.

Призначений для наукових працівників, викладачів закладів освіти, широкого кола фахівців лісівництва та лісопромислового комплексу.

Рекомендовано до друку Вченою радою НЛТУ України та Президією ЛАН України (протокол № 4 від 31.05.2018 р.).

#### Редакційна колегія:

|                                        |                                                                                                                |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>професор</i> Юрій Туниця,           | <i>д-р ек. наук, академік НАН України – головний редактор;</i>                                                 |
| <i>професор</i> Юрій Дебринюк,         | <i>д-р с.-г. наук – заступник головного редактора;</i>                                                         |
| <i>професор</i> Володимир Заїка,       | <i>д-р біол. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Григорій Криницький,   | <i>д-р біол. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Мирослава Сорока,      | <i>д-р біол. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Степан Стойко,         | <i>д-р біол. наук, doctor honoris causa, Ін-т екології Карпат, Львів;</i>                                      |
| <i>професор</i> Платон Третяк,         | <i>д-р біол. наук, Державний природознавчий музей НАН України, Львів;</i>                                      |
| <i>професор</i> Лідія Заднік-Штірн,    | <i>д-р ек. наук, університет м. Любляна, Словенія;</i>                                                         |
| <i>професор</i> Ярослав Кульчицький,   | <i>д-р ек. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                           |
| <i>професор</i> Євген Мішенін,         | <i>д-р ек. наук, Сумський державний університет, Суми;</i>                                                     |
| <i>професор</i> Марія Нижник,          | <i>д-р ек. і соц. наук, Джеймс Хаттон Інститут, м. Абердин-Данді, Великобританія;</i>                          |
| <i>професор</i> Ігор Соловій,          | <i>д-р ек. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                           |
| <i>професор</i> Тарас Туниця,          | <i>д-р ек. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                           |
| <i>професор</i> Норберт Вебер,         | <i>д-р габілітований, Технічний університет Дрездена, Німеччина;</i>                                           |
| <i>професор</i> Анджей Возняк,         | <i>д-р габілітований, Університет Природничий в Любліні, Польща;</i>                                           |
| <i>професор</i> Анатолій Гойчук,       | <i>д-р с.-г. наук, Національний ун-т біоресурсів і природокор. України, Київ;</i>                              |
| <i>професор</i> Микола Гузь,           | <i>д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Ервін Гуссендборфер,   | <i>д-р габілітований, Університет прикладних наук Вайєнштефан-Трісдорф, м. Фрайзінг, Німеччина;</i>            |
| <i>професор</i> Володимир Кучерявий,   | <i>д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Петро Лакида,          | <i>д-р с.-г. наук, Національний ун-т біоресурсів і природокор. України, Київ;</i>                              |
| <i>ст. н. сп.</i> Андрій Малиновський, | <i>д-р с.-г. наук, Держ. природознавчий музей НАН України, Львів;</i>                                          |
| <i>професор</i> Віктор Ткач,           | <i>д-р с.-г. наук, Укр. наук.-дослід. ін-т лісівництва та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, Харків;</i> |
| <i>професор</i> Себастьян Хайн,        | <i>д-р габілітований, Університет прикладних лісових наук Роттенбурга, Німеччина;</i>                          |
| <i>професор</i> Павло Бехта,           | <i>д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Володимир Голубець,    | <i>д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Юрій Грицюк,           | <i>д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Ігор Озарків           | <i>д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;</i>                                         |
| <i>професор</i> Ян Седлячик,           | <i>д-р філософії, Технічний університет в м. Зволєн, Словаччина;</i>                                           |
| <i>професор</i> Ярослав Соколовський,  | <i>д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів.</i>                                         |

Науковий редактор: *Юрій ДЕБРИНЮК*  
Літературний редактор: *Анна ПАВЛИШИН*  
Редактор англійських текстів: *Ігор СОЛОВІЙ*  
Технічне забезпечення видання: *Маріанна КУК*  
Відповідальний секретар: *Богдана ДЕБРИНЮК*

#### Адреса видавництва:

Видавництво «Компанія “Манускрипт”»  
вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008

Тел: (032) 235-30-12; E-mail: debrynuk\_ju@ukr.net; <http://www.fasu.nltu.edu.ua/>

**Ukrainian National Forestry University  
Forestry Academy of Sciences of Ukraine**

---

**PROCEEDINGS**  
**OF THE FORESTRY ACADEMY OF SCIENCES  
OF UKRAINE**

**Volume 16**

The journal was established in 2001

Lviv  
«Company “Manuscript”»  
2018

**Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine:** Collection of Research Papers. – Lviv : «Company “Manuscript”», 2018. – Vol. 16. – 144 p.

In the collection of scientific papers results of scientific research are published. They highlight scientific achievements in the field of forestry and silviculture, forest biometry and forest management planning, their modern topical issues, results of studies in the field of forest restoration and enrichment of forest resources, biology of plant communities, and forest protection, ecological problems of the environment and sustainable management of natural resources are analyzed, new aspects of resource saving and environmentally-friendly wood-processing technologies are considered.

The Collection is designed for researchers, faculty members of educational institutions, a wide audience of forestry and timber industry professionals.

The Collection is recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian National Forestry University and the Presidium of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine (protocol number 4 dated from 05/31/2018.).

#### Editorial board:

|                                         |                                                                                                                      |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Professor Yuriy Tunytsya,</i>        | Dr. Sc. (Econ.), member of the NAS of Ukraine, Chief Editor;                                                         |
| <i>Professor Iurii Debryniuk,</i>       | Dr. Sc. (Agr.), Deputy Chief Editor;                                                                                 |
| <i>Professor Volodymyr Zaika,</i>       | Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Hryhoriy Krynytskyy,</i>   | Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Myroslava Soroka,</i>      | Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Stephan Stojko,</i>        | Dr. Sc. (Biol.), Dr. h.c., Institute of Ecology of the Carpathians, Lviv;                                            |
| <i>Professor Platon Tretyak,</i>        | Dr. Sc. (Biol.), State Museum of Natural Sciences of Ukraine, Lviv;                                                  |
| <i>Professor Jaroslav Kulchytskyy,</i>  | Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Evgen Mishenin,</i>        | Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian Academy of Banking of the National Bank of Ukraine, Sumy;                                 |
| <i>Professor Maria Nijnik,</i>          | Dr. Sc. (Econ. & Soc.), James Hutton Institute, Aberdeen, Dundee, United Kingdom;                                    |
| <i>Professor Ihor Soloviy,</i>          | Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Taras Tunytsya,</i>        | Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Lidija Zadnik-Stirn,</i>   | Dr. Sc., University of Ljubljana, Slovenia;                                                                          |
| <i>Professor Sebastian Hein,</i>        | Dr. habil. the University of Applied Forest Sciences Rottenburg, Germany;                                            |
| <i>Professor Anatolyi Hoychuk,</i>      | Dr. Sc. (Agr.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;                             |
| <i>Professor Erwin Hussendörfer,</i>    | Dr. habil. the Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, Freising, Germany;                            |
| <i>Professor Mykola Guz,</i>            | Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                        |
| <i>Professor Volodymyr Kucheryavyy,</i> | Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                        |
| <i>Professor Petro Lakyda,</i>          | Dr. Sc. (Agr.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;                             |
| <i>Senior research fellow</i>           |                                                                                                                      |
| <i>Andriy Malynovskyy,</i>              | Dr. Sc. (Agr.), State Natural History Museum of NAS of Ukraine, Lviv;                                                |
| <i>Professor Victor Tkach,</i>          | Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. N. Vysotsky, Kharkiv; |
| <i>Professor Norbert Weber,</i>         | Dr. rer. silv. habil., the Technische Universität Dresden, Germany;                                                  |
| <i>Professor Andrzej Wozniak,</i>       | Dr. habil., University of Life Sciences, Lublin, Poland;                                                             |
| <i>Professor Pavlo Bekhta,</i>          | Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Volodymyr Holubets,</i>    | Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Yuriy Hrytsyuk,</i>        | Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Ihor Ozarkiv,</i>          | Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;                                                       |
| <i>Professor Jan Sedláčik,</i>          | PhD, Technical University in Zvolen, Slovak Republic;                                                                |
| <i>Professor Yaroslav Sokolovskyy,</i>  | Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv.                                                       |

Scientific Editor: *Iurii DEBRYNIUK*

Literary editor: *Anna PAVLYSHYN*

Editor of English texts: *Ihor SOLOVIY*

Technical support of the publication: *Marianna KUK*

Responsible secretary: *Bogdana DEBRYNYUK*

#### Publishers Address:

Publishing «Company “Manuscript”»

st. Ruska, 16/3, Lviv, Ukraine, 79008

Tel: (032) 235-30-12; E-mail: debrynuk\_ju@ukr.net; <http://www.fas.nltu.edu.ua/>

## ЗМІСТ

### 1. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО

*В. П. Ворон, О. М. Ткач, С. Г. Сидоренко, Є. Є Мельник*

|                                                                                                                            |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>ЗАПАСИ ПІДСТИЛКИ ТА ЖИВОГО НАДГРУНТОВОГО ВКРИТТЯ ЯК ПОКАЗНИК РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У СОСНОВИХ ЛІСАХ ПОЛІССЯ .....</b> | <b>9</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

*В. С. Олійник, А. Ю. Рак*

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВОДОРЕГУЛЮВАЛЬНА РОЛЬ ЛІСИСТОСТІ ВОДОЗБОРІВ ГОРГАН .....</b> | <b>17</b> |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|

*Л. С. Осадчук, Л. М. Кондратюк*

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>СМОЛОПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УКРАЇНІ.....</b> | <b>24</b> |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|

### 2. БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ

*А. Ф. Гойчук, В. Ф. Дрозда, І. М. Кульбанська*

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ТУБЕРКУЛЬОЗ ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО У ЗАХІДНОМУ ПОДІЛЛІ УКРАЇНИ: ЕТІОЛОГІЯ, СИМПТОМАТИКА, ПАТОГЕНЕЗ .....</b> | <b>31</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*Н. О. Олексійченко, С. М. Підховна*

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВІКОВІ ДЕРЕВА ПАРКІВ-ПАМ'ЯТОК САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА ТЕРНОПІЛЬЩИНИ .....</b> | <b>41</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

### 3. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ І ГЕНЕТИКА

*Ю. М. Дебринюк*

|                                                                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>МОДРИНА ТА ЯЛИЦЯ В ШТУЧНИХ НАСАДЖЕННЯХ ПРИКАРПАТТЯ І КАРПАТ: ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ .....</b> | <b>50</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*С. А. Лось, В. Г. Григор'єва, В. П. Самодай, І. С. Нейко*

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИДІВ І ГІБРИДІВ МОДРИНИ ДЛЯ УМОВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ .....</b> | <b>62</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*А. П. Стадник*

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ТА ЇХ СИСТЕМ В АГРОЛАНДШАФТАХ УКРАЇНИ.....</b> | <b>70</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*Я. Д. Фучило, О. О. Середюк*

|                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ЯЛИНА ЄВРОПЕЙСЬКА У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ: ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ РОЗМНОЖЕННЯ.....</b> | <b>81</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*В. Ю. Юхновський, О. В. Зібцева*

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КЛАСИФІКАЦІЙ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ ТА ПОСТРАДЯНСЬКИХ КРАЇН.....</b> | <b>90</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

#### 4. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ

*П. І. Лакида, Л. М. Матушевич, І. П. Лакида*

**БІОПРОДУКТИВНІСТЬ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ..... 99**

#### 5. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

*V. Meshkova, O. Borysenko, V. Pryhornytskyi*

**FOREST SITE CONDITIONS AND OTHER FEATURES OF SCOTS PINE STANDS**

**FAVORABLE FOR BARK BEETLES** (Лісорослинні умови та інші характеристики

насаджень сосни звичайної, сприятливі для короїдів)..... 106

#### 6. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ

*І. А. Дубовіч, О. М. Швайка, Х. Р. Василюшин, Т. Є. Фомічева*

**ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСКОРДОННОГО ЕКОНОМІКО-ПРАВОВОГО**

**СПІВРОБІТНИЦТВА УКРАЇНИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ У СФЕРІ**

**ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ ..... 115**

*А. І. Карпук, І. М. Лицур*

**АНАЛІЗ ФІНАНСУВАННЯ ВИДАТКІВ ПІДПРИЄМСТВ ДЕРЖЛІСАГЕНТСТВА**

**З ДЕРЖАВНОГО БЮДЖЕТУ УКРАЇНИ..... 123**

#### 7. РЕСУРСООЩАДНІ ТА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

*П. А. Бехта, І. І. Кусняк*

**ТЕРМОПЛАСТИЧНІ ПОЛІМЕРИ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРНОЇ ПРОДУКЦІЇ:**

**ПЕРЕВАГИ, МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ..... 131**

**ДО УВАГИ АВТОРІВ ..... 141**

## CONTENTS

### 1. FORESTRY AND SILVICULTURAL SCIENCES

*V. Voron, O. Tkach, S. Sydorenko, Ye. Melnyk*

|                                                                                                                        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>STOCK OF FOREST LITTER AND GROUND VEGETATION AS AN INDICATOR OF FIRE RISK IN THE PINE FORESTS OF POLISSYA .....</b> | <b>9</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

*V. Olijnyk, A. Rak*

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>WATER REGULATING ROLE OF THE FOREST COVER OF THE GORGANY WATERSHEDS .....</b> | <b>17</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*L. Osadchuk, L. Kondratiuk*

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESIN PRODUCTIVITY OF PINE FOREST STANDS IN THE CONDITIONS OF UKRAINE .....</b> | <b>24</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

### 2. BIOLOGICAL ASPECTS OF PLANT COMMUNITIES

*A. Goychuk, V. Drozda, I. Kulbanska*

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>TUBERCULOSIS OF ASH-TREE IN WESTERN PODILLYA OF UKRAINE: ETIOLOGY, SYMPTOMATOLOGY, PATHOGENESIS .....</b> | <b>31</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*N. Oleksiichenko, S. Pidkhovna*

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>THE OLD-AGE TREES OF THE PARKS-MONUMENTS AS PARK AND GARDEN ART OBJECTS A IN TERNOPIL REGION .....</b> | <b>41</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

### 3. PLANTED FORESTS, PHITOMELIORATION, TREE BREEDING AND GENETICS

*Iu. Debryniuk*

|                                                                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>LARCH AND FIR IN PLANTED FOREST STAND OF THE PRECARPATHIAN AND THE CARPATHIANS REGIONS: SILVICULTURAL-BIOMETRIC CHARACTERISTICS AND GROWTH PECULIARITIES .....</b> | <b>50</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*S. Los, V. Grygoryeva, V. Samoday, I. Neyko*

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>COMPLEX ASSESSMENT OF LARCH SPECIES AND HYBRIDS PERSPECTIVITY FOR FOREST-STEPPE OF UKRAINE CONDITIONS .....</b> | <b>62</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*A. Stadnik*

|                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS AND THEIR SYSTEMS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF UKRAINE .....</b> | <b>70</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*Ya. Fuchylo, O. Serediuk*

|                                                                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>NORWAY SPRUCE IN THE RIGHT BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE: PERSPECTIVES OF USE AND IMPROVEMENT OF REPRODUCTION METHODS .....</b> | <b>81</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*V. Yukhnovskyi, O. Zibtseva*

|                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>COMPARATIVE ANALYSIS OF SETTLEMENTS GREEN PLANTATIONS<br/>CLASSIFICATION OF UKRAINE AND POST-SOVIET COUNTRIES.....</b> | <b>90</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

#### 4. FOREST BIOMETRY AND FOREST MANAGEMENT PLANNING

*P. Lakyda, L. Matushevych, I. Lakyda*

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BIOPRODUCTIVITY OF COMMON OAK STANDS IN UKRAINIAN POLISSYA .....</b> | <b>99</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|

#### 5. FOREST PROTECTION AND WILDLIFE RESOURCE MANAGEMENT

*V. Meshkova, O. Borysenko, V. Pryhornytskyi*

|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>FOREST SITE CONDITIONS AND OTHER FEATURES OF SCOTS PINE STANDS<br/>FAVORABLE FOR BARK BEETLES .....</b> | <b>106</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

#### 6. NATURAL RESOURCE ECONOMICS AND MANAGEMENT

*I. Dubovich, O. Shvayka, K. Vasylyshyn, T. Fomicheva*

|                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>PECULIARITIES OF UKRAINE'S TRANSBOUNDARY ECONOMIC AND LEGAL<br/>COOPERATION WITH THE EUROPEAN UNION IN THE FIELD OF ECOLOGICAL<br/>TOURISM.....</b> | <b>115</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

*A. Karpuk, I. Litsur*

|                                                                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ANALYSIS OF FINANCING COSTS OF THE ENTERPRISES OF STATE FOREST<br/>RESOURCE AGENCY FROM THE STATE BUDGET OF UKRAINE.....</b> | <b>123</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

#### 7. RESOURCE SAVING AND ENVIRONMENTALLY SAFE WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES

*P. Bekhta, I. Kusniak*

|                                                                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>THERMOPLASTIC POLYMERS IN THE PRODUCTION OF PLYWOOD PRODUCTS:<br/>ADVANTAGES, OPPORTUNITIES AND PERSPECTIVES FOR APPLICATION.....</b> | <b>131</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>INFORMATION FOR AUTHORS .....</b> | <b>141</b> |
|--------------------------------------|------------|

# 1. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411801>  
Article received 2018.03.04.  
Article accepted 2018.05.31.

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Volodymyr Voron  
[voron@uriffm.org.ua](mailto:voron@uriffm.org.ua)  
Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine

УДК 630\*43:630.561.243, 630\*114.351

## Запаси підстилки та живого надґрунтового вкриття як показник ризику виникнення пожеж у соснових лісах Полісся

В.П. Ворон<sup>1</sup>, О.М. Ткач<sup>2</sup>, С.Г. Сидоренко<sup>3</sup>, Є.Є. Мельник<sup>4</sup>

*Для лісового господарства України надзвичайно актуальною проблемою є боротьба з лісовими пожежами. У виникненні та розвитку пожеж ключову роль відіграє підстилка, яка є однією із основних складових лісових горючих матеріалів. Особливо це стосується соснових лісів Полісся, де нагромаджуються значні запаси підстилки. За наявності у нижніх шарах підстилки коріння сосни звичайної навіть пожежа слабкої інтенсивності з мінімальною висотою нагару може призводити до значних пошкоджень деревного виду.*

*Запас підстилки збільшується з віком і досягає максимуму у насадженнях 8-го класу віку. Найбільшу здатність до загорання має лишайникове надґрунтове вкриття та опадовий шар лісової підстилки (L), а найменшу – надґрунтове вкриття, яке формується переважно за рахунок мохів, брусниці та чорниці. Акумуляція значного запасу підстилки в сосняках Полісся вказує на потенційну можливість збільшення інтенсивності ушкодження під час лісової пожежі не тільки стовбурів дерев сосни, але й кореневих систем внаслідок згорання підстилки або пошкодження кореневих лап і тонких коренів у верхніх шарах ґрунту.*

*Запаси підстилки в насадженні залежать від місця збору зразків. Найбільший запас підстилки зафіксовано біля стовбура, а найменший – у міжкронному просторі. Найбільший обсяг мортмаси зафіксовано у нижньому шарі (H), а найменший – у верхньому опадовому шарі. Маса всіх шарів підстилки збільшується з віком сосняків і зменшується із віддаленням від стовбура. У подібних за віком чистих соснових лісостанах запаси підстилки більші у багатіших за трофністю умовах. Відмінність у запасах мортмаси різних за віком сосняків може досягати 300-400%.*

**Ключові слова:** низові пожежі; сосняки; лісова підстилка; параметри горіння; температура фронту горіння; інтенсивність низової пожежі.

<sup>1</sup> Ворон Володимир Пантелеймонович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-057-7078031; E-mail: 52corvus@gmail.com

<sup>2</sup> Ткач Олег Миколайович – начальник відділу лісового та мисливського господарства Рівненського обласного управління лісового та мисливського господарства, вул. Пушкіна, 26, м. Рівне, 33000, Україна. Тел.: (057)-26-74-64; E-mail: info.rivnelis@gmail.com

<sup>3</sup> Сидоренко Сергій Григорович – кандидат сільськогосподарських наук, в.о. старшого наукового співробітника лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-099- 22-32-908; E-mail: serhii88sido@gmail.com

<sup>4</sup> Мельник Євген Євгенович – науковий співробітник лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-050-58-68-307; E-mail: wudckij@bigmir.net

**Вступ.** Проблема боротьби з лісовими пожежами є надзвичайно гострою (Voron et al., 2017, Kurbatskiy, 1970, Levchenko et al., 2015, Usenya, 2002, Balabukh & Zibtsev, 2016, Zibtsev, 2010). Вирішення її можливе лише за умови успішного прогнозування виникнення та розвитку пожеж на основі пірологічних характеристик лісових горючих матеріалів (ЛГМ) (Levchenko et al, 2015). Підстилка є однією із основних складових запасів горючих матеріалів у лісі, яка відіграє ключову роль у виникненні та розвитку пожеж. Особливо важливе це положення для сосняків Полісся (Voron et al, 2017).

Згорання значних запасів підстилки може суттєво пошкодити кореневі системи і стовбури дерев, а також посилити інтенсивність відпаду у пошкоджених сосняках (Sydorenko et al, 2015). Температура горіння ЛГМ залежить від товщини, маси, вологості підстилки, а також від наявності та складу надґрунтового вкриття й запасу опаду (Levchenko et al., 2015). Загальний запас підстилки змінюється від 80 до 260 ц/га (Kurbatskiy, 1970, Molchanov, 1968). Запас її залежить від розміщення (під наметом лісу, на відкритому просторі тощо) (Leshchenko, 2013).

Температура горіння підстилки у свіжому борі в повітряно-сухому стані може досягати 295°C, а в абсолютно сухому стані – 655°C (Voron et al., 2016). Посилення повітряних потоків призводить до зростання температури й швидкості горіння підстилки (Voron et al., 2016). Тому дослідження запасів підстилки у соснових лісостанах дасть змогу визначити рівень ризику виникнення пожеж в соснових лісах Полісся.

**Об'єкти та методика дослідження.** Об'єктом дослідження була підстилка у різних типах лісорослинних умов (ТЛУ) у соснових лісах Українського Полісся. Предмет дослідження – запаси підстилки та живого надґрунтового вкриття в борах і суборах Українського Полісся.

Мета дослідження полягала у визначенні запасів підстилки та живого надґрунтового вкриття в сосняках Рівненського Полісся. Запаси підстилки та живого надґрунтового вкриття (ЖНВ) визначали у сосняках північної (Дубнівське та Мушніанське лісництва ДП «Остківське ЛГ») та південної (Мащанське ДП «Костопільське ЛГ») частин Рівненського Полісся (рис. 1).



Рис. 1. Типові для Рівненського Полісся сосняки та потужність у них підстилки (ліворуч – сосновий деревостан в умовах  $A_1$ ; праворуч – в умовах  $B_3$ )

Дослідження здійснено на 12 пробних площах (ПП) у чистих соснових насадженнях, дві з яких закладено у борах, 10 – у вологому суборі, що складають віковий ряд. Для виявлення залежності запасу підстилки від розміщення в різних частинах насадження, підстилку відбирали: 1) біля стовбура дерев; 2) на межі крони; 3) у вільному між кронами просторі.

Облік підстилки на кожній ПП проводили на 10 площадках площею 1 м<sup>2</sup>. Запаси підстилки ви-

значали за загальноприйнятою методикою (Rodyn & Bazylevych, 1965). Оскільки в лісовій підстилці попередні етапи трансформації відбуваються у найвище розташованих шарах (Aleksandrova, 1980, Bogatyryov, 1996, Chornobay, 2000) запаси мортмаси визначали в трьох шарах мінералізації: верхньому опадовому (*L*); середньому ферментативному (*F*) та нижньому гуміфікованому (*H*). Зібрану підстилку розподіляли за фракціями. Таксаційну характеристику сосняків наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Таксаційна характеристика чистих соснових насаджень, в яких визначали запаси підстилки

| № ПП      | ТЛУ            | Вік, років | Повнота | Бонітет        | H <sub>ср</sub> , м | D <sub>ср</sub> , см | M, м <sup>3</sup> /га |
|-----------|----------------|------------|---------|----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Маш-49-2  | B <sub>3</sub> | 18         | 0,7     | I              | 5                   | 5                    | 16                    |
| Дуб-49-18 | A <sub>1</sub> | 26         | 0,8     | II             | 8                   | 9                    | 75                    |
| Маш-49-5  | B <sub>3</sub> | 28         | 0,8     | I              | 10                  | 10                   | 88                    |
| Муш-54-38 | B <sub>3</sub> | 35         | 0,8     | I <sup>b</sup> | 16                  | 18                   | 230                   |
| Маш-66-7  | B <sub>3</sub> | 38         | 0,8     | I              | 13                  | 14                   | 180                   |
| Муш-52-49 | B <sub>3</sub> | 49         | 0,8     | I <sup>a</sup> | 20                  | 20                   | 320                   |
| Дуб-59-13 | A <sub>3</sub> | 58         | 0,8     | II             | 15                  | 16                   | 210                   |
| Муш-54-16 | B <sub>3</sub> | 61         | 0,7     | Ia             | 23                  | 25                   | 320                   |
| Муш-52-46 | B <sub>3</sub> | 66         | 0,7     | I              | 21                  | 26                   | 310                   |
| Маш-48-5  | B <sub>3</sub> | 71         | 0,8     | Ia             | 25                  | 26                   | 410                   |
| Маш-40-19 | B <sub>3</sub> | 80         | 0,7     | I              | 26                  | 33                   | 380                   |
| Муш-50-2  | B <sub>3</sub> | 86         | 0,7     | Ia             | 30                  | 38                   | 430                   |

Примітка: Маш – Машанське л-во, Дуб – Дубенське л-во, Муш – Мушнянське л-во

**Результати та обговорення.** У соснових лісостанах Рівненського Полісся нагромаджується значний обсяг підстилки. Товщина підстилки змінюється від 5,1 до 16,8 см, збільшуючись з віком насадження ( $r=0,6$ ;  $p=0,05$ ). Так, у віці 15-20 років її середня товщина становила 6,2 см, а у віці 80 років – 11,5 см (рис. 2).

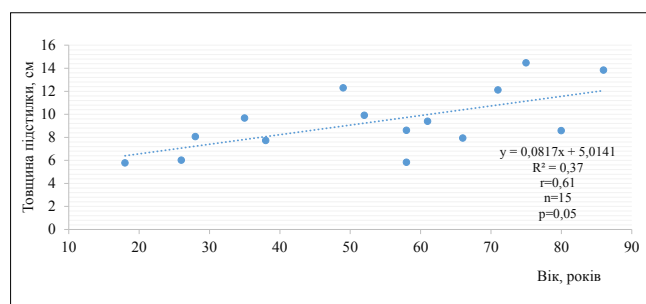


Рис. 2. Зміна потужності шару підстилки з віком у соснових лісостанах Рівненського Полісся

Потужність підстилки у межах лісостану нерівномірна та залежить від локації збору. Так, біля стовбура та під кроною товщина підстилки змінювалася у межах 5,4-16,8 см, а в міжкроновому просторі – від 5,1 до 11,5 см (табл. 2).

Отже, у соснових насадженнях Рівненського Полісся нагромаджується значний обсяг підстилки, запас якої змінюється в межах 124-830 ц/га, що

значно перевищує обсяги, які відзначені окремими авторами (Kurbatskiy, 1970, Molchanov, 1968).

Середній запас підстилки в сосняках різних вікових груп в умовах B<sub>3</sub> майже не відрізняється до віку 20-30 років. Тенденція щодо зростання запасу підстилки із збільшенням віку лісостанів в обох досліджуваних підприємствах є подібною (рис. 3). В 50-річному сосняку в умовах B<sub>3</sub> маса лісової підстилки у північній частині Полісся (ДП «Остківське ЛГ») достовірно більша, ніж у південній (ДП «Костопільське ЛГ») ( $F_f = 86,9$ ,  $F_t = 4,5$  при  $p = 0,01$ ).

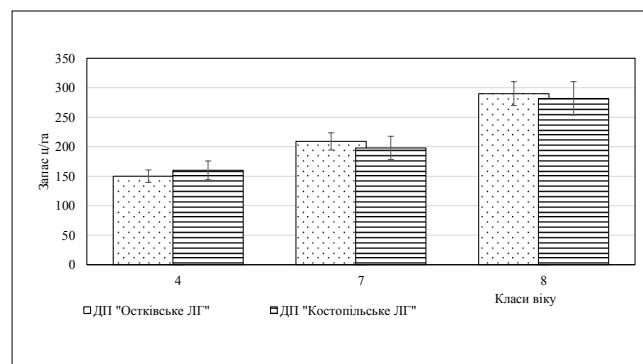


Рис. 3. Запаси підстилки в соснових лісостанах різного класу віку північної (ДП «Остківське ЛГ») та південної (ДП «Костопільське ЛГ») частини Рівненського Полісся

Таблиця 2

## Товщина підстилки у соснових лісостанах Рівненського Полісся, ц/га

| № ПП      | ТЛУ   | Вік, років | Товщина, см   |            |                         |
|-----------|-------|------------|---------------|------------|-------------------------|
|           |       |            | біля стовбура | під кроною | у міжкроновому просторі |
| Мащ-49-2  | $B_3$ | 18         | 6,2           | 6,1        | 5,1                     |
| Дуб-49-18 | $A_1$ | 26         | 5,6           | 5,4        | 7                       |
| Мащ-49-5  | $B_3$ | 28         | 11,1          | 7,2        | 5,9                     |
| Муш-54-38 | $B_3$ | 35         | 10,5          | 11,6       | 6,9                     |
| Мащ-66-7  | $B_3$ | 38         | 8,4           | 8,7        | 6,1                     |
| Муш-52-49 | $B_3$ | 49         | 11,3          | 13,7       | 11,9                    |
| Дуб-59-13 | $A_3$ | 58         | 7,9           | 6,5        | 11,5                    |
| Муш-54-16 | $B_3$ | 61         | 11,7          | 7,7        | 8,8                     |
| Мащ-48-5  | $B_3$ | 66         | 7,8           | 8,6        | 7,5                     |
| Муш-52-46 | $B_3$ | 71         | 11,3          | 13,3       | 11,7                    |
| Мащ-40-19 | $B_3$ | 80         | 8,9           | 9          | 7,8                     |
| Муш-50-2  | $B_3$ | 86         | 13,8          | 16,8       | 10,8                    |
| Дуб-56-28 | $B_3$ | 52         | 8,7           | 9,5        | 11,5                    |
| Мащ-40-20 | $B_3$ | 58         | 6,2           | 6,2        | 5,2                     |

У соснових насадженнях, подібних за гігروتпом, у багатших типах лісорослинних умов нагромаджуються більші запаси підстилки. Так, у 60-річних сосняках у борових типах лісорослинних умов запас підстилки становить лише 355 ц/га, а в суборевиx – 703 ц/га. В умовах сугруду запас мортмаси є значно меншим, що свідчить про інтенсивніший процес розкладання підстилки (рис. 4).

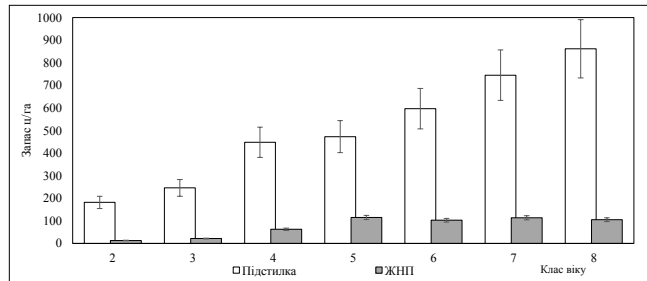


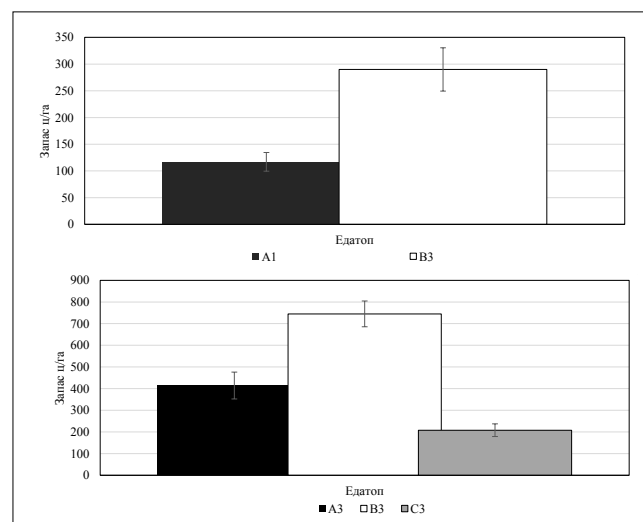
Рис. 4. Запас підстилки в соснових насадженнях вологого субору, ц/га

Виявлено тенденцію до збільшення запасу підстилки з віком (сильний прямий кореляційний зв'язок між віком насадження та середнім запасом лісової підстилки в ньому,  $r = 0,87$ ,  $p = 0,05$ ). Найменший запас мортмаси встановлено у віці 20-30 років (124-246 ц/га), а в 40 років він вже в 2,3-2,6 рази більший. Максимальну масу підстилки відзначено у 80-річних сосняках – 830 ц/га (рис. 5).

Оскільки запас підстилки зростає з віком, можна стверджувати, що загроза сильного пошкодження дерев сосни після пожежі має таку ж тенденцію.

Поряд з фітотетритом (хвою, гілками, шишками), що надходить на земну поверхню з деревостану, суттєве значення для формування підстилки, а також оцінювання ЛГМ має живе надґрунтове вкриття. У сухих гігروتпах запас ЖНВ є незначним і формується за рахунок лишайників та злакової рослинності. У вологих борах надґрунтове

вкриття формується за рахунок мохів, а у вологих суборах – за рахунок мохів, чорниці та брусниці. Запас ЖНВ змінюється в межах 13-114 ц/га.

Рис. 5. Запас підстилки та ЖНВ у соснових лісостанах в умовах  $B_3$  залежно від віку, ц/га

З погляду ризику виникнення пожежі лишайниково-надґрунтове вкриття представляє найбільшу небезпеку, оскільки швидко висихає і швидко займається. Рослини ЖНВ в умовах  $B_3$  мають значно меншу здатність до загорання. В той же час за посушливих погодних умов, коли рослини висихають до повітряно-сухого або навіть абсолютно сухого стану, значний їхній обсяг буде становити надзвичайну пожежну загрозу.

Якщо порівнювати запас підстилки у різних частинах лісостану, то найбільшим він є біля стовбура, а найменшим – у між кроновому просторі, де опад з дерев є мінімальним (табл. 3). Відмінність у запасах лісової підстилки між ними може сягати 150-200% ( $F_r = 43,65$ ,  $F_t = 3,40$  при  $p = 0,01$ ).

Від запасу підстилки біля стовбура дерева залежить ступінь пошкодження стовбура і кореневих лап низовою пожежею (Sydorenko et al., 2015) внаслідок теплопровідності ґрунту та тепловипромінювання (Kosov, 2006). До того ж у поліських со-

сняках вологих і мокрих гігروتопів формуються кореневі лапи, пошкодження яких пожежею призводить до швидкого висихання та наступного вітровалу (Voron et al., 2017).

Таблиця 3

**Запас підстилки та живого надґрунтового вкриття у соснових лісостанах, ц/га**

| № ПП      | ТЛУ            | Клас віку | Запас підстилки |               |                         | Запас ЖНП     |               |                         |
|-----------|----------------|-----------|-----------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
|           |                |           | біля стовбура   | на межі крони | у міжкроновому просторі | біля стовбура | на межі крони | у міжкроновому просторі |
| Мащ-49-2  | B <sub>3</sub> | 2         | 209             | 240           | 97                      | 4             | 8             | 26                      |
| Дуб-49-18 | A <sub>1</sub> | 3         | 125             | 127           | 121                     | 2             | 0             | 0                       |
| Мащ-49-5  | B <sub>3</sub> | 3         | 318             | 246           | 175                     | 18            | 18            | 29                      |
| Муш-54-38 | B <sub>3</sub> | 4         | 462             | 550           | 393                     | 63            | 60            | 68                      |
| Мащ-66-7  | B <sub>3</sub> | 4         | 494             | 452           | 430                     | 21            | 17            | 47                      |
| Муш-52-49 | B <sub>3</sub> | 5         | 625             | 565           | 520                     | 103           | 111           | 130                     |
| Дуб-59-13 | A <sub>3</sub> | 6         | 557             | 322           | 185                     | 127           | 102           | 37                      |
| Муш-54-16 | B <sub>3</sub> | 6         | 803             | 720           | 585                     | 98            | 66            | 146                     |
| Муш-52-46 | B <sub>3</sub> | 7         | 816             | 701           | 486                     | 95            | 107           | 140                     |
| Мащ-48-5  | B <sub>3</sub> | 7         | 758             | 660           | 402                     | 50            | 64            | 59                      |
| Мащ-40-19 | B <sub>3</sub> | 8         | 980             | 825           | 699                     | 30            | 30            | 81                      |
| Муш-50-2  | B <sub>3</sub> | 9         | 610             | 1043          | 839                     | 92            | 88            | 133                     |

У 20-30-річних насадженнях (табл. 4) запас гуміфікованого шару підстилки (*H*) незначний і формується переважно біля стовбура, зменшуючись з віддаленням від дерева. У міжкроновому просторі його запаси незначні або взагалі відсутні. Так, в ДП

«Костопільське ЛГ» у віці 20 років в умовах B<sub>3</sub> маса гуміфікованого шару біля стовбура дерева становила 79 ц/га, на межі крони його маса зменшилась до 47 ц/га, а в просторі між кронами шар (*H*) взагалі був відсутнім.

Таблиця 4

**Запас різних шарів підстилки в соснових насадженнях Полісся, ц/га**

| № ПП      | ТЛУ            | Клас віку | Шар підстилки | Біля стовбура дерев | На межі крони | У міжкроновому просторі | Середнє |
|-----------|----------------|-----------|---------------|---------------------|---------------|-------------------------|---------|
| Мащ-49-2  | B <sub>3</sub> | 2         | L             | 79                  | 53            | 32                      | 55      |
|           |                |           | F             | 122                 | 58            | 47                      | 76      |
|           |                |           | H             | 79                  | 47            | 0                       | 42      |
| Дуб-49-18 | A <sub>1</sub> | 3         | L             | 33                  | 22            | 10                      | 21      |
|           |                |           | F             | 55                  | 39            | 24                      | 39      |
|           |                |           | H             | 86                  | 43            | 38                      | 56      |
| Мащ-49-5  | B <sub>3</sub> | 3         | L             | 143                 | 143           | 74                      | 120     |
|           |                |           | F             | 214                 | 157           | 140                     | 170     |
|           |                |           | H             | 0                   | 0             | 0                       | 0       |
| Муш-54-38 | B <sub>3</sub> | 4         | L             | 144                 | 103           | 90                      | 112     |
|           |                |           | F             | 160                 | 132           | 101                     | 131     |
|           |                |           | H             | 283                 | 203           | 129                     | 205     |
| Мащ-66-7  | B <sub>3</sub> | 4         | L             | 164                 | 125           | 96                      | 128     |
|           |                |           | F             | 171                 | 159           | 123                     | 151     |
|           |                |           | H             | 256                 | 177           | 149                     | 194     |
| Муш-52-49 | B <sub>3</sub> | 5         | L             | 34                  | 25            | 16                      | 25      |
|           |                |           | F             | 178                 | 174           | 165                     | 172     |
|           |                |           | H             | 293                 | 189           | 137                     | 207     |
| Дуб-59-13 | A <sub>2</sub> | 6         | L             | 87                  | 46            | 15                      | 49      |
|           |                |           | F             | 192                 | 101           | 27                      | 107     |
|           |                |           | H             | 435                 | 212           | 130                     | 259     |

| № ПП      | ТЛУ   | Клас віку | Шар підстилки | Біля стовбура дерев | На межі крони | У міжкроновому просторі | Середнє |
|-----------|-------|-----------|---------------|---------------------|---------------|-------------------------|---------|
| Муш-54-16 | $B_3$ | 6         | L             | 87                  | 87            | 52                      | 75      |
|           |       |           | F             | 414                 | 275           | 227                     | 305     |
|           |       |           | H             | 465                 | 355           | 273                     | 365     |
| Муш-52-46 | $B_3$ | 7         | L             | 181                 | 123           | 55                      | 119     |
|           |       |           | F             | 214                 | 153           | 142                     | 170     |
|           |       |           | H             | 438                 | 320           | 242                     | 333     |
| Мащ-48-5  | $B_3$ | 7         | L             | 96                  | 40            | 0                       | 45      |
|           |       |           | F             | 157                 | 127           | 90                      | 125     |
|           |       |           | H             | 505                 | 475           | 301                     | 427     |
| Мащ-40-19 | $B_3$ | 8         | L             | 129                 | 103           | 89                      | 107     |
|           |       |           | F             | 227                 | 191           | 144                     | 187     |
|           |       |           | H             | 708                 | 486           | 467                     | 554     |
| Муш-50-2  | $B_3$ | 8         | L             | 165                 | 93            | 83                      | 114     |
|           |       |           | F             | 349                 | 311           | 127                     | 262     |
|           |       |           | H             | 610                 | 469           | 380                     | 486     |

Для соснового насадження третього класу віку в умовах  $B_3$  не виявлено чіткого розмежування ферментативного та гуміфікованого шарів, тому останній не виділяли, адже він був на стадії формування. Зі збільшенням віку запаси мортмаси шару (H) збільшувалися. Так, у сосняках 7-го та 8-го класів віку її маса біля стовбура змінювалася у межах 505-708, на межі крони – 320-486, а в між кроновому просторі – 242-467 ц/га.

**Висновки.** Однією із основних складових запасів лісових горючих матеріалів є підстилка, яка відіграє ключову роль у виникненні та розвитку пожеж. Особливо важливий цей аспект для соснових лісів Полісся, де нагромаджуються значні запаси підстилки (від 124 до 830 ц/га).

Запаси підстилки в соснових лісостанах відрізняються в подібних за віком, але різних за гігротопом і трофністю умовах. У 20-річному сосновому насадженні в умовах  $B_3$  маса підстилки у 2,5 рази більша, ніж в умовах  $A_1$ . У 60-річних сосняках борових типів лісорослинних умов запас підстилки в 1,7 рази менший, ніж у суборах.

Найбільший запас підстилки акумулюється біля стовбура, а найменший – у міжкроновому просторі.

Найменший обсяг мортмаси (від 25 до 128 ц/га) зафіксовано у верхньому опадовому шарі. Другий за величиною мортмаси – середній шар (F) (від 105 до 262 ц/га). Найбільший обсяг мортмаси виявлено у нижньому шарі (H) – від 205 до 554 ц/га.

Маса всіх шарів підстилки збільшується із зростанням віку сосняків і зменшується в міру віддалення від стовбура. Відмінність у запасах мортмаси різних за віком сосняків може досягати 300-400 %.

### Бібліографічні посилання

Aleksandrova, L. N. (1980). *Organic matter and processes of its transformation*. Leningrad: Nauka (in Russian).

Balabukh, V. O., & Zibtsev, S. V. (2016). Impact of climate change on quantity and area of forest fires in the northern part of the Black Sea region of Ukraine. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 18, 60-72 (in Ukrainian).

Bogatyryov, L. G. (1996). The formation of forest litter is one of the most important processes in forest ecosystems. *Soil Science*, 4, 501-511 (in Russian).

Chornobay, Yu. M. (2000). *Transformation of plant detritus in natural ecosystems*. Lviv: State Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine (in Ukrainian).

Kosov, Y. V. (2006). *The resistance of coniferous species against forest fires*: (Doctoral dissertation, Siberian State aerospace University, Krasnoyarsk, Russian (in Russian)).

Kurbatskiy, N. P. (1970). Investigation of the quantity and properties of forest fuel. In: *Issues of forest pyrology* (pp. 5-58). Krasnoyarsk: Institute of Forest of the Siberian Division of the Russian Academy of Sciences (in Russian).

Leshchenko, V. O. (2013). *Features of development of anthropogenic disturbed pine forests in the south-east of the Left Bank Forest-Steppe*. (Doctoral dissertation, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Kharkiv, Ukraine (in Ukrainian)).

Levchenko, V. V., Borsuk, O. A. & Borsuk, A. A. (2015). *Forest fire fuels*. Kiev: NULES of Ukraine (in Russian).

Molchanov, A. A. (1968). *Forest and environment*. Moscow: Science (in Russian).

Rodin, L. E., & Bazilevich, N. I. (1965). *Dynamics of organic matter and biological cycling in the main types of vegetation*. Moscow: Science (in Russian).

Sydorenko, S. H., Voron, V. P., Melnyk, Ye. Ye., & Sydorenko, A. H. (2015). Peculiarities of the mature pine stands formation after surface fires. *Forestry and Forest Melioration*, 127, 169-176 (in Ukrainian).

- Usenya, V. V. (2002). *Forest fires: the consequences and the control*. Gomel: Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (in Russian).
- Volokitina, A. V., & Sofronov, M. A. (1996). Classification of vegetable forest fuel. *Forestry*, 3, 38-44 (in Russian).
- Voron, V. P., Borysenko, V. H., Tkach, O. M., Muntian, V. K., & Barabash, I. O. (2016). Burning parameters of litter from Ukrainian Polissya pine forests. *Forestry and Forest Melioration*, 129, 130-138 (in Ukrainian).
- Voron, V. P., Tkach, O. M., Sydorenko, S. H. (2017). Features of pyrogene damage of pine forests of woodlands in droughty year. *Collection of scientific papers of Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus: Problems of forest science and forestry*, 77, 413-424 (in Russian).
- Zibtsev, S. (2010). Ukraine forest fire report 2010. *International Forest Fire News (IFFN)*, 40, 61-75.

### **Запасы подстилки и живого напочвенного покрова как показатель риска возникновения пожаров в сосновых лесах Полесья**

В.П. Ворон<sup>1</sup>, О.Н. Ткач<sup>2</sup>, С.Г. Сидоренко<sup>3</sup>,  
Е.Е. Мельник<sup>4</sup>

Для лесного хозяйства Украины борьба с лесными пожарами является чрезвычайно актуальной проблемой. Решение ее возможно лишь при условии успешного прогнозирования возникновения и развития пожаров на основе информации о пирологических характеристиках лесных горючих материалов. При наличии в нижних слоях подстилки корней сосны лесной пожар даже слабой интенсивности с

минимальной высотой нагара может стать причиной значительного повреждения деревьев сосны.

В сосновых насаждениях Ровенского Полесья накапливается значительный объем подстилки. Ее запас колеблется в пределах от 117 до 862 ц/га, что значительно превышает объемы, указанные отдельными авторами. Средний запас подстилки в сосняках для разных возрастных групп в условиях влажной субори почти не отличается до возраста 20-30 лет. При анализе запаса подстилки в сосновых насаждениях, однородных по гигротопу, но отличающихся по трофности почвы установлено, что в богатых условиях местопроизрастания накапливаются значительные запасы подстилки. Так, в 60-летних сосняках, произрастающих в борах, запас подстилки составляет 414, а в субориях – 715 ц/га. Запас подстилки с возрастом увеличивается и достигает максимума в 8-ом классе возраста. Наименьший он в возрасте 20-30 лет (159-211 ц/га). В 40 лет запас уже достигает 404-448 ц/га, являясь в 2,3-2,6 раза большим. Максимальная масса лесной подстилки отмечена в 80-летних сосняках – 848-862 ц/га. Выявлена тенденция к увеличению запаса подстилки с возрастом ( $r = 0,87$ ,  $p = 0,05$ ). Наибольший запас подстилки аккумулируется у ствола дерева, наименьший – в свободном пространстве между кронами, где объем опада с деревьев минимален. Запас подстилки на границе кроны занимает промежуточную позицию. Разница запасов подстилки между кронами и под стволом может достигать 150-200%. ( $F_f = 43,65$ ,  $F_t = 3,40$  при  $p = 0,01$ ).

В сухих гигротопях запас живого напочвенного покрова (ЖНП) является незначительным, формируется за счет лишайников и злаковой растительности. Во влажных борах напочвенный покров формируется за счет мхов, а во влажных субориях – за счет мхов, черники и брусники. Запас ЖНП колеблется от 13 до 114 ц/га. Растения ЖНП во влажной субори имеют значительно меньшую способность к возгоранию. В то же время при засушливых погодных условиях, когда растения высыхают до воздушно-сухого или даже абсолютно сухого состояния, значительный их объем будет составлять чрезвычайную пожарную угрозу.

Аккумуляция значительного запаса подстилки в сосняках Полесья указывает на возможность увеличения интенсивности повреждения во время лесного пожара не только стволов деревьев сосны, но и корневых систем в результате сгорания подстилки или повреждения корневых лап и тонких корней в верхних слоях почвы.

Объемы подстилки в насаждении зависят от места сбора образцов. Наибольшие запасы подстилки зафиксированы в непосредственной близости к стволу дерева, наименьшие – в межкромном пространстве. Выявлено, что слой гумификации (H) имеет значительно больший запас, чем ферментативный (F) и слой лесного опада (L).

**Ключевые слова:** низовые пожары; сосняки; лесная подстилка; параметры горения; температура фронта горения; скорость фронта горения.

<sup>1</sup> Ворон Владимир Пантелеймонович – член-корреспондент Лесоводческой академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией экологии леса Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-057-7078031; E-mail: 52corvus@gmail.com

<sup>2</sup> Ткач Олег Николаевич – начальник отдела лесного и охотничьего хозяйства Ровенского областного управления лесного и охотничьего хозяйства, ул. Пушкина, 26, г. Ровно 33000, Украина. Тел.: 26-74-64; E-mail: info.rivnelis@gmail.com

<sup>3</sup> Сидоренко Сергей Григорьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. старшего научного сотрудника лаборатории экологии леса Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-099-22-32-908; E-mail: serhii88sido@gmail.com

<sup>4</sup> Мельник Евгений Евгеньевич – научный сотрудник лаборатории экологии леса Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-050-58-68-307; E-mail: wudckij@bigmir.net

## Stock of forest litter and ground vegetation as an indicator of fire risk in the pine forests of Polissya

V. Voron<sup>1</sup>, O. Tkach<sup>2</sup>, S. Sydorenko<sup>3</sup>, Ye. Melnyk<sup>4</sup>

The actual problem for forestry in Ukraine is the forest protection from fires and minimization of losses caused by them. Solving these problems is possible only with the accurate prediction of the forest fires occurrence and spreading as well as post-fire growth of the damaged stands. Therefore, information about the fire properties of forest fuels is still relevant.

A considerable amount of forest litter is accumulated in the pine stands of Polissya in Rivne region. Forest litter stock ranges from 11.7 to 86.2 tons per ha. It is significantly higher than the litter stock estimated by other researchers. In pine forests of different ages under site conditions of B<sub>3</sub> (the soil moisture class: "moist", the soil nutrient status: "fairly poor"), the average litter stock is almost the same for the pine stands aging up to 18-30 years. The forest litter stock was found to increase with the age of stands (for the pine stands at the age from 30 to 86 years). The tendency was similar

for the pine stands of both study areas (Northern and Southern Rivne Polissya).

Based on the analysis of the litter stock in pine stands that were homogeneous in the soil moisture class, but different in the soil nutrient status it was found that pine trees can accumulate larger stock of litter in the richer soil conditions.

In the 60-year-old pine stands, the litter stock was 41.4 tons per ha in the "poor" site conditions and 71.5 tons per ha in "fairly poor" conditions. It has been established that the stock of litter raises with increasing of pine stand age. The lowest stock was recorded at the age of 20-30 years (15.9-21.1 tons per ha); at the age of 40, the litter stock increases up to 40.4-44.8 tons per ha. The maximum weight of the litter was noted in 80-year-old pine stands (84.8-86.2 tons per ha). A trend towards an increasing the litter stock with the age was founded ( $r = 0.87$   $p = 0.05$ ).

It was revealed that the largest litter stock is accumulated near the tree trunk, and the smallest one in the free space between crowns of trees, where the tree waste is minimal. The stock of litter on the crown margin occupies a middle position. The difference in stock between the crowns and under the tree trunk can reach 150–200%. ( $F = 43.65$ ;  $F' = 3.40$ ;  $p = 0.01$ ).

The litter stock depends on the age of pine stands and reaches a maximum in the age of 81-90 years. The accumulation of a considerable amount of litter in the Polissya pine forests indicates the possibility of fire damage intensity raising. The damage increasing during the forest fire becomes significant not only for the trunks of pine trees but also for root systems. This can be a result of the total litter layer combustion and damage of first order roots and fine roots in the upper layers of the soil. The volumes of litter in the sample plots depend on the location of the sampling. The largest reserves of the litter were found close to the trunks of trees, and the smallest ones in the space between crowns. It has been established that the humus layer ( $H$ ) has a significantly higher litter stock than the fragmented humus ( $F$ ) and the litter ( $L$ ) layers.

**Key words:** surface fires; pine forests; forest litter; combustion parameters; combustion front temperature; combustion front speed.

<sup>1</sup> Volodymyr Voron – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Ph.D. in Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of the Forest Ecology Laboratory of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-057-7078031; E-mail: 52corvus@gmail.com

<sup>2</sup> Oleh Tkach – Head of Forestry and Hunting Department of Rivne Region Department of Forestry and Hunting, st. Pushkin, 26, Rivne, 33000, Ukraine.

<sup>3</sup> Serhii Sydorenko – Ph.D. in Agricultural Sciences, Acting Senior Researcher of the Forest Ecology Laboratory of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-099- 22-32-908; E-mail: serhii88sido@gmail.com

<sup>4</sup> Yevhen Melnyk – Researcher. Forest Ecology Laboratory, the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-050-58-68-307; E-mail: wudeckij@bigmir.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411802>  
Article received 2018.02.23  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Vasyl Olijnyk

[klz.pu.if.ua@ukr.net](mailto:klz.pu.if.ua@ukr.net)  
Shevchenko st., 57, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine

УДК 630.116(23)

## Водорегулювальна роль лісистості водозборів Горган

В. С. Олійник<sup>1</sup>, А. Ю. Рак<sup>2</sup>

*Розглянуто вплив лісу на складники водного балансу і режим річкового стоку в умовах висотної поясності гірського району Горган в Українських Карпатах. З'ясовано, що із збільшенням висоти гірського рельєфу зростає сума річних опадів, схиловий і підземний види стоку води, зменшується сумарне випаровування вологи і транспірація деревостанів, а також збільшується лісистість водозборів, змінюється співвідношення площ ялинових і букових лісів. Охарактеризовано величини сумарного випаровування вологи лісом і польовими угіддями, а також транспірації насаджень залежно від гіпсометричних рівнів гірських схилів. Отримано дані щодо збільшення лісом випаровування вологи порівняно з польовими угіддями впродовж року і вегетаційного сезону. Наведено кількісні показники лісистості водозборів, річних опадів, стоку води і випаровування вологи для висотних поясів – буково-ялищевих, буково-ялищєво-ялинових і ялинових лісів.*

*Проаналізовано особливості формування і проходження паводкового стоку води залежно від специфіки гірських природних умов. Отримано емпіричні формули щодо залежності основних характеристик паводків від лісистості і площі водозборів. Встановлено, що ліс, порівняно з польовими угіддями, здатний зменшувати максимальні піки паводків на 20 % і збільшувати їх тривалість у два рази.*

*Виявлено, що у гідрологічному відношенні найбільш значуща роль лісу на невеликих водозборах площею менше 100 км<sup>2</sup>, у зв'язку з чим вони можуть слугувати об'єктами для оптимізації лісистості і екологічного удосконалення рубок головного користування. Рекомендовано також зменшувати лісоексплуатаційну діяльність по мірі збільшення висоти гірського рельєфу.*

**Ключові слова:** опади; випаровування вологи; транспірація деревостанів; стік води; паводки; інтерцепція; висота місцевості; польові угіддя; ґрунти.

**Вступ.** У комплексі поліфункціонального значення лісів Карпат чільне місце належить їх захисним, особливо – водорегулювальним властивостям, які визначають ступінь запобігання частих паводків, ерозійно-селевих і зсувних процесів. На цей час у науковій літературі відносно добре висвітлена стокорегулювальна роль лісу, зокрема її висотно-поясній зміни (Chubaty, 1984, Olijnyk et al., 2015). Проте для окремих орографічних частин регіону ці питання залишаються слабо висвітленими. В особливій мірі це стосується гірського ландшафту

Горган, найбільш складного для Карпат у геоморфологічному, гідрокліматичному і лісорослинному відношеннях. У його геологічній основі залягають стійкі до вивітрювання пісковики, які зумовлюють поширення кам'янистих розсипів і малопотужних ґрунтів. Абсолютні висоти тут сягають 1800 м, а вертикальне розчленування рельєфу – 800-950 м (Herenchuk et al., 1964). Горгани – одна з найбільш зволжених частин Карпат із кількістю опадів 1000-1500 мм і значною водністю річок, що місцями сягає 1000 мм і більше на рік (Kiriljuk, 1985). Не-

<sup>1</sup> Олійник Василь Степанович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри лісознавства. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: +38-067-456-75-94. E-mail: [klz.pu.if.ua@ukr.net](mailto:klz.pu.if.ua@ukr.net)

<sup>2</sup> Рак Андрій Юрійович – аспірант кафедри лісознавства. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: +38-097-745-82-42. E-mail: [krab5454545@gmail.com](mailto:krab5454545@gmail.com)

зважаючи на високу лісистість ( $\approx 80\%$ ), рельєфно-метеорологічні чинники зумовлюють тут найбільш інтенсивні для Карпат шкідливі стихійні процеси – паводки, селі і осипні явища. Актуальність проблеми полягає у посиленні захисних функцій лісу цієї частини Карпат.

**Об'єкти і методика дослідження.** *Об'єкт досліджень* – ліси гірських водозборів Горган. *Предмет досліджень* – водорегулювальна роль лісів.

*Мета роботи* – кількісна оцінка впливу лісистості водозборів Горган на сумарне випаровування вологи й максимальний паводковий стік річок з урахуванням природної специфіки гірського регіону.

Вплив лісу на водний режим вивчали на 10 горганських водозборах, на яких у другій половині ХХ ст. найбільш повно проводилися спостереження за стоком води (Gorobtceвич N. P., & Egorova E. M., 1976, Sakun, L. V., 1984). Їх площі коливаються від 10 до 597 км<sup>2</sup>, середні висоти – у межах 610-1200 м н.р.м. і лісистість – від 56 до 87%. Загалом водозбори охоплюють весь природний спектр висотного діапазону Горган – від підніжжя гір (500 м) до найвищих гіпсометричних рівнів (> 1800 м) і репрезентативно відображають лісорослинне різноманіття досліджуваного регіону.

За допомогою загальноприйнятих у гідрології формул для водозборів розраховувалися річні показники сумарного, схилового і підземного стоку води, максимальних рівнів паводків та їх тривалості. Величину кількості опадів запозичували із публікацій (Halushchenko, 1977, Kiriljuk, 1985), а для невисвітлених у них випадків визначали на основі кліматологічних довідників. Річне сумарне випаровування вологи встановлювали воднобалансовим методом. Показники лісистості й породного складу лісів розраховували за матеріалами лісовпорядкування. До статистичного аналізу залучали також опубліковані у наукових працях (Holubets, 2003, Kisilevskiy-Babinin, 1965, Shpak, 1968, Diakov, 1976, Chubaty, 1972, Uvarov, 1973, Olijnyk, 2013) показники випаровування вологи у лісі й на польових угіддях за вегетаційні періоди року, що включають 46 ділянок, розміщених у висотному діапазоні гірської системи в межах 500-1500 м н.р.м.

**Результати та обговорення.** Наведені у табл. 1 характеристики лісового покриву та багаторічні показники водного балансу й режиму стоку річок водозборів Горган свідчать, що збільшення гіпсометричних рівнів зумовлює зміну природних чинників формування водного режиму та їх складників. Зокрема, із зростанням висоти басейнів ( $h$ , м н.р.м.) чітко зростає кількість річних опадів ( $P$ , мм):

$$P = 0,71 \cdot h + 556 \text{ при } r = 0,87 \pm 0,08. \quad (1)$$

Від підніжжя гірського масиву (500 м) до верхньої межі лісу (1500 м) кількість опадів пересічно зростає із 910 до 1610 мм. Градієнт їх збільшення становить 71 мм на 100 м підняття висоти.

Із збільшенням висоти водозборів зростає площа лісових угідь та частка у них ялинових насаджень ( $r = 0,72$ ). Водночас у цьому напрямку зменшуються площі букових лісостанів ( $r = -0,65$ ). Залежність

основного лісогідрологічного чинника – частки лісистості водозборів ( $f_d, \%$ ) від їх висотного розміщення ( $h$ , м н.р.м.) є наступною:

$$f_d = 0,053 \cdot h + 25 \text{ при } r = 0,91 \pm 0,05. \quad (2)$$

Отже, у висотному діапазоні Горган в межах 500-1500 м лісистість водозборів зростає пересічно з 52 до 100%.

Збільшення кількості опадів із підняттям висоти місцевості сприяє зростанню водності річок та її складників – схилового і підземного видів живлення. У статистичному відношенні ця залежність оцінюється досить високими коефіцієнтами кореляції (0,83...0,87). У той же час зменшення ресурсів тепла із збільшенням висоти гірських схилів зумовлює зворотній ефект у формуванні сумарного випаровування вологи, а саме – її зменшення за збільшення гіпсометричних рівнів річкових басейнів ( $r = -0,71$ ). Загалом досить чітко виражена висотно-поясна зміна гідрокліматичних і лісорослинних умов. Єдина гідрологічна ланка, яка майже не залежить від чинника висоти водозборів – паводковий стік ( $r = -0,13 \dots -0,15$ ). Його формування пов'язане з інтегральним впливом зливових опадів, лісистістю і площею водозборів. У цьому відношенні залежність висоти водозборів від цих чинників оцінюється коефіцієнтами кореляції від 0,55 до 0,92-0,98.

У комплексі гідрологічних властивостей лісу найкраще вивчений його вплив на генезис річкового стоку та його режим (Olijnyk, 2013, Chubaty, 1984). У той же час не визначена кількісна оцінка впливу лісу на випаровування вологи, яке сприяє підсушуванню ґрунтового блоку, що своєю чергою уповільнює процеси формування паводків і пов'язаних із ними ерозійно-селеві і зсувні явища.

Сумарне випаровування вологи лісу складають транспірація деревостанів, затримання опадів лісовим наметом (інтерцепція) та фізичне випаровування з поверхні ґрунту. У центральній частині Карпат на них, відповідно, припадає 46, 42 і 12% цієї статті водного балансу (Shpak, 1968). На відкритих ділянках сумарне випаровування формують фізичне випаровування з поверхні ґрунту та випаровування вегетативними органами надґрунтового вкриття. Із збільшенням висоти гірських схилів усі показники випаровування вологи зменшуються. Найкраще цей аспект виражений впродовж вегетаційного періоду, коли відбувається значне біологічне споживання вологи лісовою рослинністю. Здійснений кореляційний аналіз показників випаровування вологи у діапазоні гіпсометричних рівнів 500-1500 м н.р.м. (Holubets, 2003, Kisilevskiy-Babinin, 1965, Olijnyk, 2013, Uvarov, 1973, Shpak, 1968) показав, що сумарне випаровування з поля і лісу та транспірація деревостанів найбільше залежать від висоти місцевості ( $r = -0,79 \dots -0,86$ ). Значно меншою мірою цей аспект властивий для інтерцепції ( $r = -0,61$ ). Фізичне випаровування вологи з поверхні ґрунту в лісах не пов'язане із висотою рельєфу ( $r = -0,10$ ).

Впродовж вегетаційного періоду сумарне випаровування лісу на 150 мм більше, ніж польових ді-

лянок (табл. 2). В обох випадках від підніжжя гір до верхньої межі лісу випаровування зменшується. При цьому найбільш різко зменшується транспірація деревостанів – у два рази. Біля підніжжя гір вона

формує 63 % від сумарного випаровування, а на висоті 1500 м – лише 43 %. Таке зменшення, ймовірно, пов'язане з вертикальним падінням температури повітря і скороченням періоду активної вегетації.

Таблиця 1

**Характеристики лісового покриву і показники водного режиму водозборів Горган**

| Характеристики водозборів і показники водного режиму            | Водозбори (річка – пункт) |                     |                 |                    |                          |                  |                                     |                     |                                 |                       |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|
|                                                                 | Дуба – с. Дуба            | Буярський – с. Дора | Чечва – с. Спас | Кам'янка – с. Дора | Бухтівець – с. Бухтівець | Прут – м. Яремче | Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна | Свіча – с. Мислівка | Бистриця Солотвинська – с. Гута | Лімниця – с. Осмолода |
| Загальні характеристики водозборів                              |                           |                     |                 |                    |                          |                  |                                     |                     |                                 |                       |
| Середня висота, м н. р. м.                                      | 610                       | 720                 | 820             | 870                | 880                      | 990              | 1000                                | 1000                | 1100                            | 1200                  |
| Площа, км <sup>2</sup>                                          | 35,1                      | 10,0                | 269             | 18,1               | 33,8                     | 597              | 482                                 | 201                 | 112                             | 203                   |
| Лісова площа, %                                                 | 57                        | 66                  | 79              | 88                 | 76                       | 81               | 88                                  | 93                  | 86                              | 90                    |
| Лісистість, %                                                   | 56                        | 60                  | 72              | 76                 | 68                       | 79               | 79                                  | 87                  | 80                              | 85                    |
| Частка букових лісів, %                                         | 44                        | 84                  | 27              | 66                 | 69                       | 9                | 9                                   | 3                   | 4                               | 3                     |
| Частка ялинових лісів, %                                        | 47                        | 5                   | 54              | 15                 | 28                       | 83               | 84                                  | 96                  | 83                              | 87                    |
| Показники водного режиму водозборів                             |                           |                     |                 |                    |                          |                  |                                     |                     |                                 |                       |
| Річні опади, мм                                                 | 1009                      | 1072                | 1106            | 1165               | 1174                     | 1168             | 1202                                | 1397                | 1261                            | 1475                  |
| Сумарний стік, мм                                               | 457                       | 518                 | 568             | 615                | 623                      | 620              | 641                                 | 861                 | 776                             | 1012                  |
| Коефіцієнт стоку                                                | 0,45                      | 0,48                | 0,51            | 0,53               | 0,53                     | 0,53             | 0,53                                | 0,62                | 0,62                            | 0,69                  |
| Схиловий стік, мм                                               | 409                       | 459                 | 489             | 532                | 545                      | 511              | 533                                 | 715                 | 650                             | 814                   |
| Підземний стік, мм                                              | 48                        | 59                  | 79              | 83                 | 78                       | 109              | 108                                 | 146                 | 126                             | 198                   |
| Сумарне випаровування, мм                                       | 552                       | 554                 | 539             | 550                | 551                      | 548              | 561                                 | 536                 | 485                             | 463                   |
| Найбільший стік паводків, л · с <sup>-1</sup> з км <sup>2</sup> | 613                       | 678                 | 602             | 624                | 848                      | 447              | 434                                 | 585                 | 826                             | 381                   |
| Середня тривалість паводків, доби                               | 7,0                       | 5,4                 | 7,8             | 7,8                | –                        | 8,5              | 10,5                                | 10,1                | 9,3                             | 8,5                   |

Таблиця 2

**Кількісні показники випаровування вологи полем, лісом і транспірації деревостанів залежно від висоти схилів**

| Види випаровування                  | Коефіцієнти кореляції випаровування з висотою | Рівняння регресії випаровування (мм) з висотою, (h, м н. р. м.) | Показники випаровування, мм |                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                                     |                                               |                                                                 | біля підніжжя гір (500 м)   | на верхній межі лісу (1500 м) |
| Сумарне поля ( $E_n$ )              | - 0,79 ± 0,13                                 | $E_n = 482 - 0,155 \cdot h$                                     | 404                         | 249                           |
| Сумарне лісу ( $E_d$ )              | - 0,86 ± 0,09                                 | $E_d = 625 - 0,146 \cdot h$                                     | 552                         | 406                           |
| Транспірація деревостанів ( $E_t$ ) | - 0,84 ± 0,10                                 | $E_t = 436 - 0,174 \cdot h$                                     | 349                         | 175                           |

Процеси зменшення випаровування вологи під впливом лісу і висоти схилів спостерігається не лише у період вегетації, але й впродовж року. Це наочно проявляється на території річкових басейнів, на яких залежність сумарного випаровування ( $E$ , мм) від висоти ( $h$ , м) і лісистості ( $f_d$ , %) в інтегральному вигляді характеризується наступною емпіричною формулою:

$$E = 2,78 \cdot f_d - 0,28 \cdot h + 586 \text{ при } R = 0,80 \pm 0,12. \quad (3)$$

Отже, на кожні 100 м підняття висоти випаровування зменшується на 28 мм, а збільшення лісистості на 1 % призводить до збільшення випаровуваності на 2,8 мм. Загалом ліс у Горгонах сприяє збільшенню випаровування вологи на 280 мм порівняно із польовими угіддями. У річному атмос-

ферному зволоженні, яке тут становить  $\approx 1200$  мм, ця позитивна роль лісу потенційно сягає 23 %.

На основі формул (1)-(3) для лісорослинних поясів Горган розраховані середні показники лісистості і водного балансу (табл. 3). Найменшими величинами кількості опадів і стоку води та найбільшим випаровуванням вологи характеризуються низькогірні буково-ялицеві ліси. У смузі буково-ялицево-ялинових лісів кількість опадів і величина

стоку зростають, а випаровування – зменшується. Найкраще ці процеси виражені у середньогірних ялинових лісах. Отримані дані підтверджують доцільність зменшення лісокористування із збільшенням висоти схилів, оскільки під його впливом зменшується випаровування, зростає інтенсивність стоку води й на тривалий час затягується відновлення водного режиму при наступному формуванні нового покоління лісу.

Таблиця 3

### Лісистість і багаторічні складники водного балансу різних лісорослинних поясів Горган

| Лісорослинний пояс                              | Лісистість, % | Опади, мм | Стік води, мм | Коефіцієнт стоку | Випаровування вологи, мм |
|-------------------------------------------------|---------------|-----------|---------------|------------------|--------------------------|
| 500-800 м н.р.м. (буково-ялицеві ліси)          | 70            | 1015      | 415           | 0,41             | 600                      |
| 800-1200 м н.р.м. (буково-ялицево-ялинові ліси) | 78            | 1261      | 741           | 0,59             | 520                      |
| 1200-1500 м н.р.м. (ялинові ліси)               | 98            | 1508      | 1028          | 0,68             | 480                      |

Підвищена випаровувальна здатність лісу порівняно з безлісими ділянками впливає на інтенсивність формування паводків. Зокрема, на польових угіддях із слабким випаровуванням і вологими ґрунтами паводковий стік виникає вже при опадах величиною в 10 мм, а в лісових умовах, де ґрунти підсушуються інтенсивним випаровуванням, він починає формуватися опадами понад 25 мм у буковому поясі і більшими ніж 15-20 мм – в ялинових лісах (Olijnyk, 2013).

Особливої уваги заслуговує питання впливу лісу на максимальний («піковий») стік паводків, що є найнебезпечнішим у господарському і екологічному відношеннях. Ця характеристика стоку, на відміну від інших показників водного режиму, не пов'язана із висотним розташуванням водозборів і значною мірою залежить від розміру їхньої площі. Із її збільшенням зменшується охоплення території зливовими опадами, що сприяє редукції (падінню) показника максимального стоку (Mihajlov & Dobrovol'skij, 1991). Певною мірою цей процес підсилюється позитивним паводкорегулювальним впливом лісу. Інтегральний вплив площі водозборів ( $F$ , км<sup>2</sup>) та їхньої лісистості ( $f_l$ , %) на максимальні модулі паводків ( $M_{\max}$ , л·с<sup>-1</sup> з км<sup>2</sup>) у Горганах характеризується такою емпіричною формулою:

$$M_{\max} = 801 - 1,41 \cdot f_l - 0,48 \cdot F \text{ при } R = 0,67 \pm 0,17. \quad (4)$$

Отже, у регіоні досліджень ліс, порівняно з полем, потенційно здатний зменшувати інтенсивність паводків на 141 л·с<sup>-1</sup> з км<sup>2</sup> (пересічно на 20 %). Оскільки в регіоні досліджень мінімальна лісистість становить 52 %, а максимальна – сягає 100 %, то у цьому діапазоні вона може зменшувати піки шкідливого стоку із 630 до 565 л·с<sup>-1</sup> з км<sup>2</sup> (приблизно на 11 %). Ці показники майже у два рази менші, ніж на водозборах інших орографічних утворень Карпат – Бескид, Чорногори, Вододільно-Верховинської області (Olijnyk et al., 2015). Слабший вплив лісу на піки паводків у Горганах очевидно пов'язаний із значною складністю рельєфу, неглибоким заляганням геологічного фундаменту,

що є причиною інтенсивної водовіддачі під час паводкових періодів. У цих умовах необхідне обмежене застосування лісоексплуатаційної діяльності, оскільки вона може сприяти інтенсифікації шкідливого стоку води.

Поряд з кількісною оцінкою впливу лісу на максимальний стік води, значний інтерес представляє інше не з'ясоване для Карпат лісогідрологічне питання – збільшення лісовим покривом тривалості проходження паводків. Цей аспект пов'язаний із тим, що чим тривалість паводків довша, тим менші їхні руйнівні наслідки. Статистичний аналіз показників цього виду стоку для умов Горган показав, що його тривалість ( $L$ , доби) значно залежить від площі й лісистості водозборів і характеризується таким рівнянням:

$$L = 0,104 \cdot f_l + 0,002 \cdot F - 0,1 \text{ при } R = 0,83 \pm 0,10. \quad (5)$$

Отже, збільшення площ водозборів річок із мінімальної величини (10 км<sup>2</sup>) до максимальних розмірів (700 км<sup>2</sup>) збільшує тривалість паводків майже на півтори доби. Ще суттєвіше впливає на цей процес лісистість водозборів. Її збільшення у Горганах від 50 до 100 % сприяє зростанню тривалості паводків на малих водозборах в 2,1, а на найбільших – в 1,8 рази. Загалом формули (4) і (5) підтверджують найвищу значущість паводкорегулювальної ролі лісу на малих водозборах площею до 100 км<sup>2</sup>, у зв'язку з чим вони можуть слугувати основними об'єктами підвищення лісистості й застосування екологічно виваженої лісогосподарської діяльності.

Що ж стосується процесів впливу лісу на річні водні ресурси та їх складники, то підвищена випаровувальна здатність лісу теоретично мала б дещо зменшувати об'єми сумарного і схилового видів стоку, а приріст лісистості сприяти збільшенню підземного живлення рік. Проте в умовах складного рельєфу Горган, високої лісистості і надмірного атмосферного зволоження ця закономірність майже не виражена. Зв'язки лісистості із цими показниками стоку є високими ( $r = 0,81-0,87$ ), але меншими, ніж зв'язки з опадами й висотою водо-

зборів ( $r = 0,86-0,92$ ). Ймовірно, вплив провідних абіотичних чинників – висоти місцевості, рельєфу і опадів значно елімінують позитивну стокоформувальну роль біотичного фактора – лісового покриву. Враховуючи таку гідролого-лісівничу ситуацію, для Горган можна рекомендувати для використання кількісні показники впливу лісистості водозборів на величину річкового стоку, раніше отримані для північно-східного мегасхилу Карпат (Olijnyk, 2013).

**Висновки.** Гідрологічна роль лісів Горган формується під складним впливом низки абіотичних і біотичних чинників висотної поясності. Із збільшенням висоти водозборів зростають кількість атмосферних опадів і лісистість, змінюються співвідношення ялинових та букових деревостанів, зменшується сумарне випаровування вологи і зростають схиловий і підземні види живлення рік.

На тлі впливів таких чинників в Горганах добре виражений вплив лісу на сумарне випаровування вологи. Він, порівняно із польовими угіддями, здатний потенційно збільшувати цю ланку вологообігу на 280 мм (23 % від річних опадів), сприяючи тим самим підсушуванню ґрунтового блоку. Внаслідок такого впливу уповільнюються процеси формування паводків, зокрема на 20 % зменшуються їх максимальні рівні і в два рази розтягується тривалість їхнього проходження.

У зв'язку з інтенсифікацією схилового стоку води у міру збільшення висоти місцевості необхідно інтенсивно впроваджувати екологічні засади лісокористування. Це стосується й невеликих водозборів площею до 100 км<sup>2</sup> із розвинутим паводковим стоком.

### Бібліографічні посилання

- Chubaty, O. V. (1984). *Mountain forests – regulation of water regime*. Uzhhorod: Karpaty (in Ukrainian).
- Diakov, V. N. (1976). Influence of plant composition on the water regime of mountain soils in the Carpathians. *Forestry*, 1, 11-17 (in Russian).
- Gorobtceyevich N. P. & Egorova E. M. (1976). *Resources of surface waters of the USSR. Basic hydrological characteristics*, 1, V. 6. Leningrad (in Russian).
- Halushchenko, N. H. (1977). Water balance of the Dniester rivers. *Works of UkrNYHHMY*, 153, 125-139 (in Russian).
- Herenchuk, K. I., Koinov, M. M., & Tsys, P. M., (1964). *Natural-geographical division of the – Lviv and Podolsky economic districts*. Lviv: Lviv University (in Ukrainian).
- Holubets, M. A., Maryshevych, O. H., Krok, B. O. et al. (2003). *Ecological potential of terrestrial ecosystems*. Lviv: Polli (in Ukrainian).
- Kiriljuk, M. I. (1985). Water balance. In *Heat and water regime in the Ukrainian Carpathians*, Leningrad: Gidrometeoizdat, 202-218 (in Russian).
- Kisilevskiy-Babinin, R. H. (1965). Hydrological features of brown forest soils under plantations of

different ages in the zone of oak and beech forests of the Carpathians. *Forestry and agromelioration*, 3, 151-160 (in Ukrainian).

- Mihajlov, V. N., & Dobrovolskiy, A. D. (1991). *General hydrology*. Moscow: Vysshaya Shkola (in Russian).
- Olijnyk, V. S. (2013). *Hydrological role of forests of the Ukrainian Carpathians*. Ivano-Frankivsk: NAIR (in Ukrainian).
- Olijnyk, V. S., Pankiv, N. I., Tkachuk, O. M., & Blystiv, V. I. (2015). High-belt patterns of the control-role of the Carpathian Forests, *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 1 (36), 39-46 (in Ukrainian).
- Sakun, L. V. (ed.) (1984). *Materials of the Carpathian Station observations of mud flows control*, 3, Kyiv (in Russian).
- Shpak, I. S. (1968). *Forest Impact on the Water Balance of Reservoirs*. Kyiv: Scientific thought (in Russian).
- Uvarov, L. A. (1973). Quantitative characteristics of the water regime of beech – fir – spruce forests of Gorgany. In Ye. F. Cherniak (ed.) *Science to the forestry production of the Carpathians* (pp. 74-82) Uzhorod: Karpaty (in Ukrainian).

### Водорегулирующая роль лесистости водосборов Горган

В. С. Олийнык<sup>1</sup>, А. Ю. Рак<sup>2</sup>

В комплексе многофункционального значения лесов Карпат важное место принадлежит их водорегулирующим свойствам. В научной литературе относительно достаточно освещена стокоформирующая роль горных лесов, в частности ее высотно-поясные изменения. Однако для отдельных орографических частей региона эти вопросы остаются малоисследованными. В особой степени это относится к горному ландшафту Горган – наиболее сложному в Карпатах в природном отношении с интенсивными опасными стихийными явлениями. Для Горган очень актуальна количественная оценка влияния лесистости водосборов на основные показатели водного режима, особенно суммарное испарение влаги и максимальный паводковый сток рек.

В качестве объектов исследований выбраны все 10 горганских водосборов, на которых во второй половине XX века наиболее полно проводились

<sup>1</sup> Олийнык Василий Степанович – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедры лесоведения, Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника, ул. Шевченка, 57, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. Тел.: +38-067-456-75-94. E-mail: klz.pu.if.ua@ukr.net

<sup>2</sup> Рак Андрей Юрьевич – аспирант кафедры лесоведения, Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника, ул. Шевченка, 57, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. Тел. +38-097-745-82-42. E-mail: krab5454545@gmail.com

гидрологические наблюдения. Они охватывают высотный диапазон Горган от подножья гор (500 м) до наивысших гипсометрических уровней (> 1800 м) и репрезентативно отображают лесорастительное разнообразие исследуемого региона. Их площади колеблются от 10 до 597 км<sup>2</sup>, средние высоты – в пределах 510-1200 метров над уровнем моря и лесистость – от 56 до 87%. К анализу привлекались также литературные данные по показателям испарения влаги в лесу и на полевых угодьях за вегетационные периоды на разных высотных уровнях горной системы.

Исследования показали, что увеличение высотного размещения водосборов способствует изменению природных факторов формирования водного режима и его составляющих. От подножья горного массива до верхней границы леса (1500 м) осадки в среднем увеличиваются от 910 до 1610 мм, а лесистость водосборов расширяется с 52 до 100%. Возрастание атмосферного увлажнения с подъемом высоты местности способствует возрастанию водности рек и ее составляющих – склонового и подземного видов питания. В это же время падения ресурсов тепла вместе с увеличением высоты горных склонов вызывает уменьшение суммарного испарения влаги.

В течение года лес, по сравнению с полевыми угодьями, увеличивает испарение влаги на 280 мм, а на протяжении вегетационного периода – на 150 мм. Наименьшим количеством осадков и стоком воды, а также наибольшим испарением влаги характеризуются низкогорные буково-пихтовые леса. В поясе буково-пихтово-елевых лесов осадки и сток воды возрастают, а испарение – уменьшается. Наиболее сильно эти процессы выражены в среднегорных елевых лесах, что подтверждает целесообразность уменьшения лесопользования с увеличением высоты склонов.

Лес ощутимо регулирует опасный в хозяйственном и экологическом отношении сток паводков. По сравнению с полем, он потенциально способен уменьшить максимальные уровни паводков на 141 л·с<sup>-1</sup> с км<sup>2</sup> (в среднем на 20%) и увеличить продолжительность этого вида стока воды в 1,8-2,1 раза. Наиболее ощутимо паводкорегулирующая роль леса выражена на малых водосборах площадью до 100 км<sup>2</sup>. Они могут служить основными объектами для оптимизации лесистости и применения экологически взвешенной лесохозяйственной деятельности. В связи с интенсификацией склонового стока воды по мере увеличения высоты местности, в этом направлении необходимо также усиление экологизации лесопользования.

**Ключевые слова:** осадки; испарение влаги; транспирация древостоев; сток воды; паводки; интерцепция; высота местности; полевые угодья; почвы.

## Water regulating role of the forest cover of the Gorgany watersheds

V. Olijnyk<sup>1</sup>, A. Rak<sup>2</sup>

In the complex of the multifunctional value of the Carpathian forests the prominent place belongs to their waterregulating properties. The drainage controlling role of the forest, in particular its high-altitude changes, is relatively well studied in the scientific literature. However, for some orographic parts of the region, these issues remain less investigated. In particular, this concerns the mountain landscape of Gorgany, which is the most complex in the Carpathians in the natural sense with intense harmful spontaneous phenomena. The quantitative assessment of the catchment areas forest cover influence on the main indicators of the water regime, especially the total evaporation of moisture and maximum flood drain of the rivers are rather topical issue.

The research objects were provided by all the 10 Gorgany watersheds, in which in the second half of the 20th century the hydrological observations were comprehensively conducted. They cover the highland range of the Gorgany from the foot of the mountains (500 m) to the highest hypsometric levels (> 1800 m) and represent the variety of the forest vegetation of the studied region. Their area ranges from 10 to 597 km<sup>2</sup>, the average height – within 510-1200 m and forest cover from 56 to 87%. Literature data on the parameters of moisture evaporation in the forest and on the field during vegetation periods at different altitudinal levels of the mountain system were also included in the analysis.

The studies have shown that increasing the high-rise location of the watersheds contributes to the change in the natural factors of water regime formation and their components. From the foot of the mountain range to the upper limit of the forest (1500 m), precipitation rises from 910 to 1610 mm, and the forest increases from 52 to 100%. The increase of atmospheric humidification with elevation of the terrain contributes to the growth of wateriness of the rivers and their components – the sloping and underground kinds of their nutrition. At the same time, the fall of heat resources with an increase in the height of the mountain slopes causes a decrease in the total evaporation of moisture.

During the year forest, in comparison with field lands, increases the evaporation of moisture by

<sup>1</sup> *Vasyl Olijnyk* – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry, Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Shevchenko str., 57, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel.: +38-067- 456-75-94. E-mail: klz.pu.if.ua@ukr.net

<sup>2</sup> *Andrii Rak* – Postgraduate student of the Department of Forestry, Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Shevchenko str., 57, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel. +38-097-745-82-42. E- mail: krab5454545@gmail.com

280 mm, and during vegetation periods by 150 mm. Low-altitude beech and fir forests are characterized by the lowest precipitation and drainage of water and the greatest evaporation of moisture. In the stripe of beech-fir-spruce precipitation and runoff increase and evaporation decreases. These processes are most evident in the mid-range mountain spruce forests. Such reaserch results indicate the expediency of reducing forest use with increasing slopes elevation.

Forest tangibly regulates the harmful floods in the economic and ecological aspects. It is potentially able to reduce the maximum flood levels by 141 liters from-km<sup>2</sup> (by roughly 20 %) compared to the field and increase

the duration of this type of water drainage in 1.8-2.1 times. The highest significance of the flood control role of the forest is expressed in small watersheds of up to 100 km<sup>2</sup>. They can serve as the main objects of forestry optimization and the use of environmentally sound forest management. In connection with the intensification of the sloping drainage of water as the elevation of the area increases, in this direction implementation of environmental restrictions of forest use should also be intensified.

**Key words:** moisture evaporation; tree transpiration; water drainage; flooding; interception; elevation of terrain; field lands; soils.



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411803>  
Article received 2018.03.10  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Leonid Osadchuk  
[leosad@meta.ua](mailto:leosad@meta.ua)

General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630\*284.2:[630\*12:630\*174.754]

## Смолопродуктивність соснових деревостанів в Україні

Л. С. Осадчук<sup>1</sup>, Л. М. Кондратюк<sup>2</sup>

*Досліджено смолопродуктивність кліматипів сосни звичайної, які ростуть у різних лісорослинних умовах України. Встановлено найвищу смолопродуктивність дерев сосни звичайної черкаського, маłopольського та київськополіського кліматипів, що ростуть в умовах Південного Полісся та Лісостепу. Відмінності смолопродуктивності сосни різних кліматипів дають підставу диференціювати сосняки за смолопродуктивністю з урахуванням лісорослинних умов.*

*Підвищена біологічна смолопродуктивність черкаського та київського кліматичних екотипів свідчить про перспективність масового відбору (виділення популяцій) для селекції сосни за смолопродуктивністю. До диференціації кліматипів сосни звичайної за смолопродуктивністю призводить комплекс таких чинників: середньорічна та максимальна температура повітря, сума активних температур, тривалість сонячного освітлення, а також середньорічна сума опадів та висота місцезростання над рівнем моря.*

*Здійснені дослідження розподілу дерев за смолопродуктивністю в підсочуваних насадженнях Малоого та Західного Полісся дають підставу стверджувати, що в деревостанах переважають дерева середньої категорії смолопродуктивності. Другою за величиною є категорія дерев із зниженою, третьою – із високою смолопродуктивністю.*

**Ключові слова:** сосна звичайна; кліматичні екотипи; мінливість смолопродуктивності; розподіл дерев за смолопродуктивністю.

**Вступ.** У переважній більшості природно-географічних зон України сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) слугує основною лісотвірною породою, насадження якої виконують кліматорегулятивні, водозахисні, ґрунтозахисні та інші екологічні функції. Соснова живиця – екологічно чистий і біологічно відновлювальний матеріал, є цінною сировиною для отримання каніфолі, скипидару та багатьох інших хімічних продуктів. У країнах з розвинутою економікою на одну особу використовують 1,8 кг каніфолі (Stephan, 1995). Окрім традиційного застосування продуктів із живиці, варто відзначити нові можливості її використання у виробництві біопалива (Hodges, 1997,

Hodges, Green, 2000, Kaplan, Alma, Tutuş & Çetinkaya, 2005) та у медицині (Dopow, Weiss, Felix & Schmutzler, 1987, Mercieri, J. Prost & M. Prost, 2009).

У зв'язку з багатоцільовим і комплексним використанням лісових багатств, що тепер є основною тенденцією розвитку лісгосподарського виробництва у світі, принципи якого закріплені Лісовим кодексом України, а також висвітлені у матеріалах світових конгресів і з'їздів, неухильно зростає роль і значення недревної продукції, зокрема – заготівлі живиці (Forest code of Ukraine, 2006, Ciesla, 1998, Coppen, 1995). Вивчення смолопродуктивності сосни звичайної на рівні популяцій, що сформувалися в певних

<sup>1</sup> Осадчук Леонід Семенович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-237-10-48. E-mail: [leosad@meta.ua](mailto:leosad@meta.ua)

<sup>2</sup> Кондратюк Любов Миколаївна – асистент кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-670-34-12; E-mail: [kondratyukl@meta.ua](mailto:kondratyukl@meta.ua)

географічно-кліматичних умовах, є перспективним напрямом сучасного лісознавства і має як науковий, так і практичний інтерес. Зокрема, встановлення біологічної смолопродуктивності різних екотипів сосни звичайної дає змогу оцінити сировинні запаса живиці в соснових лісах України.

**Об'єкти та методика досліджень.** *Об'єкт дослідження* – смолопродуктивність підсочених і не-підсочених лісостанів кліматичних екотипів сосни звичайної. *Предмет дослідження* – фенотипічні, фенологічні, морфолого-анатомічні, фізіолого-біохімічні та геокліматичні особливості смолопродуктивності.

*Мета досліджень* – встановити величину індивідуальної смолопродуктивності у кліматипів сосни звичайної.

Для досліджень були відібрані найхарактерніші ділянки лісових насаджень, на яких закладали пробні площі. Щоб уникнути зміни певних показників, пов'язаних із щорічним приростом деревостанів, практикували здійснення одночасних досліджень на серії пробних площ, які закладені у насадженнях різних природних екотипів сосни в Україні. При цьому насадження одного екотипу підбирали таким чином, щоб вони не відрізнялися за віком, а їхній склад, тип, інші особливості були найпоширенішими для цього регіону, тобто вони відносилися до одного природного ряду розвитку певного типу деревостану. Довготривалі наукові дослідження виконували на постійних, короткотермінові – на тимчасових пробних площах, які також закладали у лісостанах, що відображають їхню типовість. Для вивчення лісівничо-таксаційних характеристик використовували загальноприйняті методики лісівничо-таксаційних досліджень для лісівництва та лісової таксації (Grom, 2005, Girs et al., 2013).

Смолопродуктивність у дерев в експлуатованих підсочкою соснових насадженнях визначали закладанням пробних площ, на яких здійснювали суцільний перелік дерев за діаметром, визначали ширину кар, кількість обходів і кількість живиці, виділеної кожним деревом. Дані виходу живиці з каропідновки за паузу між підновками фіксували впродовж сезону підсочки та встановлювали середнє значення.

Смолопродуктивність дерев методом мікропоранень визначали у незапідсочених насадженнях за прямою ознакою (Vysotskij, 1978, Silvanovich, Melichko, 1991) із деякими доповненнями. Для цього на пробній площі ручним або акумуляторним дрилем із спеціальним свердлом, яке не загинає волокна, на деревах наносили круглі поранення завглибшки 4-5 мм. Прозорі поліетиленові трубки закріплювали, лише заглиблюючи їх у кору. Вони не входили в камеру смоловиділення, тобто в деревину, щоб не перекривати відкриті смоляні ходи і не перешкоджати смоловиділенню з периферійних найактивніших шарів заболони. Трубки щільно входили у нанесені поранення, що цілком виключало втрати живиці. Мінімальний період ви-

ділення живиці тривав не менше 24 год, впродовж яких, незалежно від смолопродуктивності дерев, виділялось 90-95 % живиці з нанесеного поранення. Через добу після встановлення трубок заміряли довжину заповненої живицею частини. За відомого внутрішнього діаметра трубок визначали подеревний вихід живиці у вагових одиницях. Визначення смолопродуктивності дерев методом мікропоранень не виявляє негативного впливу на їхню життєдіяльність.

Після 2-3-разового визначення впродовж сезону виділення живиці за отриманими в польових умовах даними, розраховували смолопродуктивність кожного дерева на пробній площі, а також середню смолопродуктивність варіантів досліджень. Для кожного варіанта досліду відбирали не менше 20-30 дерев.

Експериментальні матеріали досліджень були статистично опрацьовані згідно з прийнятими рекомендаціями (Goroshko, Myklush, & Khomyuk, 2004) Для характеристики варіаційних рядів використано показники асиметрії та ексцесу, а приналежність чисельностей до нормального розподілу визначали за критерієм достовірності:  $t = A / m_A > 3$  та  $t = E / m_E > 3$ . Під час статистичного опрацювання застосовували методи варіаційної статистики і пакет програм Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** Індивідуальну смолопродуктивність сосни варто розглядати як реалізацію спадкової програми під впливом зовнішніх чинників. Деревостани сосни звичайної, що виростили у різних лісорослинних умовах, значно відрізняються за морфологічними показниками, лісівничо-біологічними особливостями та якісними характеристиками деревини. За географічним розміщенням сосняків, кліматичні умови зростання яких є подібними, виділено географічно-кліматичні екотипи сосни звичайної в лісах України (Bilous, 2002). Смолопродуктивність сосни звичайної визначали за прямою ознакою (методом мікропоранень) у насадженнях пристигаючого та стиглого віку, що ростуть у різних географічних та екологічних умовах України (табл. 1).

Отже, у стиглих насадженнях Мало́го Полісся смолопродуктивність змінювалася в межах 8,25-8,41 г/добу, пристигаючих – 6,42-6,71 г/добу. В умовах Київського Полісся цей показник, відповідно, становив 8,93 та 7,68 г/добу. Найпродуктивніші типи лісу забезпечують і значно вищу смолопродуктивність кліматипів сосни. Так, у найсприятливіших умовах для росту насаджень сосни звичайної, що знаходяться на межі Полісся і Лісостепу (Мале Полісся та Південне Полісся) в умовах свіжих суборів і сугрудів, сосна відзначається високою смолопродуктивністю. Різниця за смолопродуктивністю сосни у насадженнях Мало́го Полісся (ДП «Дубенське лісове господарство») та Київського Полісся (Боярська ЛДС) досягла 5,9-11,5 % і була недостовірною ( $t_{\phi} = 0,66-1,25$  при  $t_{05} = 2,09$ ) як у стиглому, так і в пристигаючому віці.

Таблиця 1

## Статистичні показники смолопродуктивності кліматипів сосни звичайної

| Кліматип               | Місцезнаходження пробних площ |        |         | Смолопродуктивність, г/добу |      |       |
|------------------------|-------------------------------|--------|---------|-----------------------------|------|-------|
|                        | Лісове підприємство           | Широта | Довгота | М                           | ±м   | V %   |
| Стиглий насаджений     |                               |        |         |                             |      |       |
| Карпатський            | ДП «Осмолодське ЛГ»           | 48°51' | 24°14'  | 2,47                        | 0,43 | 62,49 |
|                        | ДП «Надвірнянське ЛГ»         | 48°29' | 24°24'  | 2,62                        | 0,20 | 29,88 |
| Розточанський          | ПЗ «Розточчя»                 | 50°30' | 24°45'  | 6,94                        | 0,81 | 58,23 |
| Західнополіський       | ДП «Шацьке УДЛГ»              | 51°32' | 23°54'  | 6,64                        | 0,37 | 34,5  |
|                        | ДП «Володимирецьке ЛГ»        | 51°18' | 26°16'  | 7,43                        | 0,48 | 35,1  |
| Центральнополіський    | ДП «Овруцьке ЛГ»              | 51°22' | 28°53'  | 6,56                        | 0,78 | 50,5  |
| Малополіський          | ДП «Радехівське ЛМГ»          | 50°08' | 24°48'  | 8,36                        | 0,54 | 28,8  |
|                        | ДП «Дубнівське ЛГ»            | 50°13' | 25°44'  | 8,25                        | 0,78 | 45,0  |
|                        | ДП «Острозьке ЛГ»             | 50°17' | 26°11'  | 7,66                        | 0,47 | 33,6  |
| Київсько-Поліський     | Боярська ЛДС                  | 50°18' | 30°16'  | 8,93                        | 0,69 | 38,8  |
| Черкаський             | ДП «Чигиринське ЛГ»           | 49°07' | 32°35'  | 9,70                        | 0,55 | 23,2  |
| Сіверськодонецький     | ДП «Балаклійське ЛГ»          | 49°26' | 36°52'  | 7,98                        | 0,79 | 56,2  |
| Пристигаючі насаджений |                               |        |         |                             |      |       |
| Західнополіський       | ДП «Шацьке УДЛГ»              | 51°32' | 23°54'  | 5,21                        | 0,37 | 30,0  |
|                        | ДП «Володимирецьке ЛГ»        | 51°18' | 26°16'  | 6,47                        | 0,37 | 31,0  |
| Центральнопо-ліський   | ДП «Овруцьке ЛГ»              | 51°22' | 28°53'  | 5,84                        | 0,59 | 48,7  |
| Малополіський          | ДП «Радехівське ЛМГ»          | 50°08' | 24°48'  | 6,80                        | 0,49 | 32,1  |
|                        | ДП «Дубнівське ЛГ»            | 50°13' | 25°44'  | 6,71                        | 0,78 | 58,4  |
| Київсько-Поліський     | Боярська ЛДС                  | 50°18' | 30°16'  | 7,68                        | 0,51 | 24,9  |
| Черкаський             | ДП «Чигиринське ЛГ»           | 49°07' | 32°35'  | 7,04                        | 0,45 | 35,9  |
| Нижньодніпровський     | ДП «Цюрупинське ЛГ»           | 46°35' | 32°44'  | 6,20                        | 0,66 | 49,65 |
|                        | ДП «Очаківське ЛМГ»           | 46°37' | 31°24'  | 6,17                        | 0,68 | 50,7  |

Найвищою же смолопродуктивністю виокремлювалися насаджень сосни звичайної черкаського кліматипу у свіжих суборах (9,7 г/добу), де спостерігалися сприятливі температурний і водний режими впродовж літніх місяців. Однак достовірної різниці між смолопродуктивністю сосен черкаського і малополіського кліматипів не встановлено. Соснові насаджень сіверськодонецького кліматипу, що ростуть на бідних сухих піщаних і піщанокам'янистих ґрунтах, характеризуються дещо нижчою смолопродуктивністю (на 13,4 %) порівняно з черкаським екотипом. В умовах Північного Полісся смолопродуктивність сосни є достовірно на 25-33 % нижчою порівняно з Південним Поліссям ( $t_{\phi} = 2,92$ -3,92 при  $t_{05} = 2,09$ ). Для сосняків нижньодніпровського кліматипу, що ростуть на сухих ґрунтах суборів, відзначено вищі виходи живиці (6,17 г/добу) порівняно із сосняками, що знаходяться на перезволожених ґрунтах Північного Полісся. Проте згадана відмінність статистично не підтвердилась.

Смолопродуктивність у стиглому віці (90-95 років) сосни звичайної карпатського екотипу порівнювали зі смоло продуктивністю сосни, що росте в умовах Львівського Розточчя. Смолопродуктивність карпатського кліматипу на тор'янисто-болотних перезволожених ґрунтах є дуже низькою

(2,47 г/добу) і становить лише 36 % порівняно зі смолопродуктивністю сосни у Львівському Розточчі. Дещо вищу смолопродуктивність виявлено у сосни, що росте на скельних розсипищах із нашаруванням рослинного опаду в ДП «Надвірнянське лісове господарство».

Показники смолопродуктивності кліматичних екотипів, що досліджувалися, також значною мірою залежать від географічного місцезнаходження та кліматичних умов регіону (рис. 1).

Крім цього, здійснені дослідження свідчать, що біологічна смолопродуктивність значно змінюється з широтою, тоді як з довготою при незмінній широті – змінюється у незначних межах. Коефіцієнт кореляції смолопродуктивності кліматипів сосни з географічною широтою становить  $r = -0,87$  (без урахування нижньодніпровського кліматипу), а з географічною довготою –  $r = 0,18$ .

На вплив кліматичних чинників регіонів дослідження на смолопродуктивність вказують кореляційні залежності. Прямолинійний зв'язок сильної та дуже сильної тісноти виявлено із середньорічною температурою повітря ( $r = 0,82$ ) та сумою активних температур (CAT) вище 10 °C ( $r = 0,82$ ), значної тісноти зв'язок існує з максимальною температурою повітря та тривалістю сонячного опромінен-

ня ( $r = -0,58 - 0,64$ ). Зворотній зв'язок помірної і значної тісноти виявлено з мінімальною температурою повітря ( $r = -0,35$ ), середньорічною сумою опадів ( $r = -0,49$ ) та тривалістю снігового покриву ( $r = -0,58$ ), а також висотою місцезростання над рівнем моря ( $r = -0,90$ ).

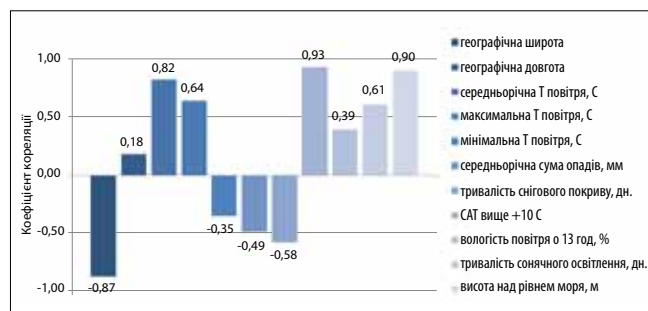


Рис. 1. Коефіцієнти кореляції смолопродуктивності кліматипів сосни звичайної з географічними координатами та середньорічними кліматичними показниками умов їх місцезростання

Таким чином, показники біологічної смолопродуктивності сосни звичайної у різних кліматичних екотипів України мають значну диференціацію. Усі ці відмінності значною мірою залежать від геогра-

фічної широти місцезростання та пов'язані з кліматичними і ґрунтовими умовами росту насаджень, а також неоднаковою тривалістю вегетаційного періоду та сонячного освітлення, висотою над рівнем моря. Відмінності у смолопродуктивності сосни різних кліматипів дають змогу диференціювати сосняки за смолопродуктивністю з урахуванням лісорослинних умов. Існує достовірна відмінність у смолопродуктивності в межах 60% між карпатськими та 20-30% між поліськими кліматипами і кліматипами, що ростуть у Лісостеповій зоні України та Малому Поліссі, тоді як у межах Полісся чи Лісостепової зони між кліматипами сосни достовірної відмінності не спостережено.

Основними чинниками, що позитивно впливають на мінливість смолопродуктивності сосни звичайної, є середньорічна та максимальна температура повітря, а також САТ. Суттєвий вплив на смолопродуктивність виявили такі показники клімату, як мінімальна температура повітря, середньорічна сума опадів, тривалість стояння снігового покриву.

Коефіцієнт варіації при визначенні смолопродуктивності в різних регіонах України змінювався від 26 до 58% (табл. 2).

Таблиця 2

#### Мінливість смолопродуктивності сосни звичайної в природних та експлуатаційних насадженнях

| Регіон досліджень        | Коефіцієнти мінливості, %      |                                  |       |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------|
|                          | біологічна смолопродуктивність | технологічна смолопродуктивність | КС    |
| Західне Полісся          | 34-35                          | 37-41                            | 34-44 |
| Мале Полісся             | 28-32                          | 39-45                            | 37-46 |
| Розточчя                 | 57-59                          | —                                | —     |
| Центральне Полісся       | 37-43                          | —                                | —     |
| Правобережний лісостеп   | 23-36                          | —                                | —     |
| Лівобережний лісостеп    | 55-57                          | —                                | —     |
| Причорноморська низовина | 49-51                          | —                                | —     |

Одержані дані свідчать про високу варіабельність індивідуальної смолопродуктивності сосни звичайної у різних умовах зростання. Потрібно відзначити тенденцію, що з просуванням з півночі на південь мінливість смолопродуктивності збільшується як у не підсичуваних, так і в підсочуваних насадженнях. Найвищу мінливість смолопродуктивності встановлено у південних регіонах (нижньодніпровський кліматип) — понад 50%. Очевидно, екстремальні умови зростання (висока температура та нестача вологи) — значно диференціюють показник смолопродуктивності сосни звичайної.

Для аналітичної оцінки ймовірності розподілу дерев у підсоченому насадженні за смолопродуктивністю можна використовувати трипараметричний розподіл Вейбула (рис. 2).

Отримані результати досліджень з розподілу дерев за смолопродуктивністю в підсочуваних на-

садженнях Малого Полісся та Західного Полісся дають підставу стверджувати, що в деревостанах переважають дерева середньої категорії смолопродуктивності, які становлять 23,7-54,4% від загальної кількості. Другою за величиною є категорія дерев із пониженою смолопродуктивністю, яка змінюється в межах від 16 до 42%. Наступна за величиною — це категорія дерев із підвищеною смолопродуктивністю — 12-37%. Кількість дерев із дуже низькою смолопродуктивністю становить не більше 20%. Найменшу кількість дерев спостережено у насадженнях з високою і дуже високою смолопродуктивністю — із максимальною кількістю до 10-12%. При цьому на дерева із смолопродуктивністю, нижчою за середню, припадає 60% від загальної кількості дерев у насадженні.

Подальший розвиток підсочного виробництва повинен базуватися на економічних, лісівничих і

технологічних засадах. Необхідно посилити економічні методи управління згаданим видом лісокористування, розробити нормативи смолопродуктивності соснових деревостанів і адаптувати їх до сучасних вимог. Потрібно використовувати лісівничо-селекційні методи для створення та формування соснових деревостанів підвищеної смолопродуктивності (Osadchuk, 2005).

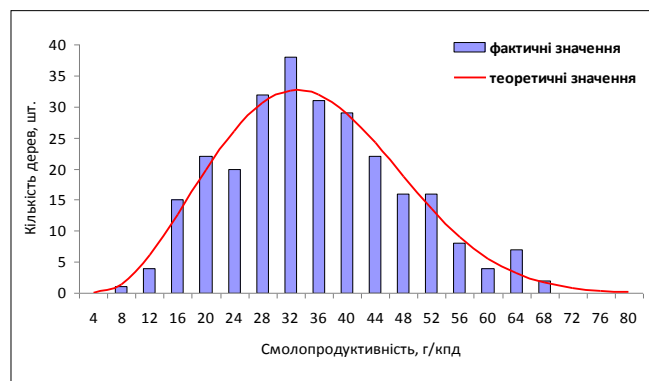


Рис. 2. Графічне відображення статистичного моделювання розподілу Вейбула за смолопродуктивністю

Для ефективного використання існуючих соснових насаджень доцільно також залучати у підсочку й інтродуковані смолоносні види, зокрема сосну Банкса, сосну Веймутова, сосну жорстку, сосну чорну. Заготівля живиці інтродукованих видів дасть змогу покращити комплексне використання соснових лісів, а також дозволить розширити асортимент продуктів, для яких вихідним матеріалом є живиця (Osadchuk, Riabchuk & Yuskevych, 2010). Отже, враховуючи широке застосування живиці та продуктів її переробки, екологічну безпечність і відновлюваність ресурсу, необхідно раціонально використовувати сировинну базу хвойних порід, покращувати, розробляти й активніше впроваджувати екологічно безпечні методи підсочки та нові принципи господарювання у цій галузі.

**Висновки.** Показники біологічної смолопродуктивності сосни звичайної, які визначали методом мікропоранень, у різних кліматичних екотипів України мають значну диференціацію. Ці відмінності значною мірою залежать від географічної широти місцезростання та пов'язані з кліматичними і ґрунтовими умовами росту насаджень, а також неоднаковою тривалістю вегетаційного періоду та сонячного освітлення, висотою над рівнем моря. Відмінності у смолопродуктивності сосни різних кліматипів дають підставу диференціювати сосняки за смолопродуктивністю з урахуванням лісорослинних умов. Існує достовірна відмінність у смолопродуктивності в межах 60% між карпатськими та 20-30% між поліськими кліматипами і кліматипами, що ростуть у Лісостеповій зоні України та Малому Поліссі, тоді як у межах Полісся чи Лісостепової зони між смолопродуктивністю різних кліматипів сосни звичайної достовірної відмінності не встановлено.

Основними чинниками, що позитивно впливають на мінливість смолопродуктивності сосни звичайної, є середньорічна та максимальна температура повітря, а також сума активних температур. Негативну дію на смолопродуктивність виявляють такі показники клімату, як мінімальна температура повітря, середньорічна сума опадів і тривалість лежання снігового покриву.

Чим сприятливіші умови для росту соснових насаджень, тим нижча мінливість за показником смолопродуктивності. При цьому розподіл дерев за смолопродуктивністю в популяціях сосни у різних географічних зонах змінюється незначно і підпорядковується розподілу за функцією Вейбула.

### Бібліографічні посилання

- Bilous, V. (2002). Ecological types of pine in the forests of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 1, 93-95 (in Ukrainian).
- Ciesla, W. M. (1998). Non-wood forest products from conifers. FAO, Non-wood Forest Products. Rome.
- Coppen, J. J. W. (1995). Gums, resins and latexes of plant origin // FAO, Non-wood Forest Products. Rome.
- Dorow, P., Weiss, T., Felix, R., & Schmutzler, H. (1987). Effect of a secretolytic and a combination of pinene, limonene and cineole on mucociliary clearance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arzneimittelforsch*, 37, 78-81.
- Forest Code of Ukraine* (2006). Information of the Verhovna Rada of Ukraine. Kyiv (in Ukrainian).
- Girs, O. A., Manita, O. H., Myronjuk, V. V., Swingchuk, V. A., & Berezovsky, L. M. (2013). *Forest Inventory Directory*. Kiev: Vinichenko Publishing House (in Ukrainian).
- Goroshko, M. P., Myklush, S. I., & Khomyuk, P. G. (2004). *Biometrics*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Hodges, A. W., & Green, T. C. (1997). Chemicals and biofuels from pine oleoresin. *Southern Journal of Applied Forestry*, 7, 21(3), 108-115.
- Hodges, A. W. (2000). Continued research and development of oleoresin production from *Pinus elliottii* by borehole tapping. *Forest Chemicals Review*. Sept.-Oct., 123-128.
- Kaplan, C., Alma, M. H., Tutuş, A., & Çetinkaya, M. (2005). Engine Performance and Exhaust Emission Tests of Sulfate Turpentine and №2 Diesel Fuel Blend. *Petroleum Science and Technology*, 23, 1333-1339.
- Mercieri, B., Prost, J., & Prost M. (2009). The Essential Oil of Turpentine and Its Major Volatile Fraction ( $\alpha$ - and  $\beta$ -Pinenes): A Review. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 22 (4), 331-342.
- Osadchuk, L. S. (2005). Selection bases of increase of resin productivity pineries. *Scientific bulletin of the Ukrainian State Forestry University*, 15.3, 78-82 (in Ukrainian).
- Osadchuk, L. S., Ryabchuk, V. P., & Yus'kevych, T. V. (2010). Perspectives for harvesting resin in the forests of Ukraine. *Proceedings of Scientific Conference:*

- Sustainable forest management and rational forest management*. Minsk: 2, 481-483 (in Russian).
- Stephan, G. (1995). Die Kiefernharzung. Ein historischer Abriss. *Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie*, 29 (4), 177-178 (in Deutsch).
- Sylvanovich, V. V., & Melichko, A. V. (1991). Determination of resin productivity of Scots pine by micro wound method. *Forest journal*, 3, 24-26 (in Russian).
- Vysotskij, A. A. (1978). *To the technique of selection of pluses for resinous production of pine trees*. Genetics, selection, seed production and introduction of forest species. Collections of scientific works, 26-29 (in Russian).

## Смолопродуктивность сосновых древостоев в Украине

Л. С. Осадчук<sup>1</sup>, Л. Н. Кондратюк<sup>2</sup>

Индивидуальную смолопродуктивность сосны следует рассматривать как реализацию наследственной программы под воздействием внешних факторов. Смолопродуктивность сосны обыкновенной определяли по прямому признаку (методом микроранений) в насаждениях приспевающего и спелого возраста, которые росли в разных географических и экологических условиях Украины. В спелых насаждениях Малого Полесья смолопродуктивность колебалась в пределах 8,25-8,41, в приспевающих – 6,42-6,71 г/сутки. В условиях Киевского Полесья этот показатель, соответственно, составлял 8,93 и 7,68 г/сутки. Самые продуктивные типы леса обеспечивают и значительно более высокую смолопродуктивность климатипов сосны, растущих в определенных условиях. Так, в благоприятных условиях для роста насаждений сосны обыкновенной, находящихся на границе Полесья и Лесостепи (Малое Полесье и Южное Полесье) в условиях свежих суборей и сугрудов, сосна отличается высокой смолопродуктивностью. Сосновые субори черкасского климатипа отличались наивысшей смолопродуктивностью (9,7 г/сут), где наблюдали благоприятные температурный и водный режимы в течение летних месяцев.

На воздействие климатических факторов регионов исследования на смолопродуктивность указывают

корреляционные зависимости. Прямолинейная связь сильной и очень сильной тесноты обнаружена со среднегодовой температурой воздуха ( $r = 0,82$ ) и суммой активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  ( $r = 0,82$ ). Значительной тесноты связь существует с максимальной температурой воздуха и продолжительностью солнечного облучения ( $r = -0,58 - 0,64$ ). Обратная связь умеренной и значительной тесноты обнаружена между минимальной температурой воздуха ( $r = -0,35$ ), среднегодовой суммой осадков ( $r = -0,49$ ) и продолжительностью снежного покрова ( $r = -0,58$ ), а также высотой местопроизрастания над уровнем моря ( $r = -0,90$ ).

Основными факторами, которые положительно влияют на изменчивость смолопродуктивности сосны обыкновенной, являются среднегодовая и максимальная температура воздуха, а также сумма активных температур. Негативное воздействие на смолопродуктивность обнаруживают такие показатели климата, как минимальная температура воздуха, среднегодовая сумма осадков и продолжительность снежного покрова.

Коэффициент вариации при определении смолопродуктивности в разных регионах Украины колебался от 26 до 58%. Наиболее высокую изменчивость смолопродуктивности установлено в южных регионах (Нижнеднепровский климатип) – более 50%. Очевидно, экстремальные условия роста (высокая температура и недостаток влаги) значительно дифференцируют смолопродуктивность сосны обыкновенной.

Дальнейшее развитие подсобного производства должно базироваться на экономических, лесоводственных и технологических принципах. Необходимо усилить экономические методы управления упомянутым видом лесопользования, разработать нормативы смолопродуктивности сосновых древостоев и адаптировать их к современным требованиям. Следует использовать лесоводственно-селекционные методы для создания и формирования сосновых древостоев повышенной смолопродуктивности, учитывая при этом широкое применение смол и продуктов их переработки, экологическую безопасность и восстанавливаемость ресурса. Необходимо рационально использовать сырьевую базу хвойных пород, улучшать, разрабатывать и внедрять экологически безопасные методы подсочки и новые принципы хозяйствования в этой области.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная; климатические экотипы; изменчивость смолопродуктивности; распределение деревьев по смолопродуктивности.

<sup>1</sup> Осадчук Леонид Семенович – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-032-237-10-48. E-mail: leosad@meta.ua

<sup>2</sup> Кондратюк Любовь Николаевна – ассистент кафедры лесоводства. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-067-670-34-12; E-mail: kondratyukl@meta.ua

## Resin productivity of pine forest stands in the conditions of Ukraine

L. Osadchuk<sup>1</sup>, L. Kondratiuk<sup>2</sup>

Individual resin productivity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) should be considered as implementation of the hereditary program under the influence of external factors. Resin productivity of Scots pine was determined on the direct basis (by the method of micro wounds) in the plantations of pre-mature and mature stands, which grew in different geographical and ecological conditions of Ukraine. In the mature stands of Small Polissya the resin productivity fluctuated within 8.25–8.41 g/day, ripening 6, 42–6.71 g/day. In the conditions of the Kyiv Polissya this indicator, respectively, was 8.93 and 7.68 g/day. The most productive types of forests provide significantly higher resin productivity of pine climates, growing under certain conditions. Therefore, in favorable conditions for the Scots pine stands growth on the edge of Polissya and Forest Steppe (Small Polissya and South Polissya) on fresh fairly infertile and fertile site types, the Scots pine is characterized by high resin productivity. Pine fairly infertile sites were distinguished by the highest resin productivity (9.7 g/day), where favorable temperature and water conditions were observed during the summer season.

The influence of regional climatic factors on the resin productivity is indicated by correlation dependences. The straight-line connection of strong

and very strong tightness was found with the average annual air temperature ( $r = 0.82$ ) and the sum of the active temperatures above 10 °C ( $r = 0.82$ ), a considerable connection exists with the maximum air temperature and the duration of solar irradiation. Feedback of measurable and significant tightness was detected with minimum air temperature ( $r = 0.35$ ), average annual precipitation ( $r = 0.49$ ) and snow cover duration ( $r = 0.58$ ), and height of the site above sea level ( $r = 0.90$ ).

The main factors, which positively affects on the variability of Scots pine resin productivity, are the average annual and maximum air temperature, as well as SAT. Negative impact on resin productivity is detected by such climate indicators as minimum air temperature, average annual precipitation and duration of snow cover.

The coefficient of variation in the determination of resin productivity in different regions of Ukraine varied from 26 to 58%. Higher variability of resin productivity was established in the southern regions (Lower Dnieper climatype) more than 50%. Obviously, extreme growth conditions (high temperature and lack of moisture) significantly differentiate the resin productivity of Scots pine.

Further development of forest tapping production should be based on economic, silvicultural and technological principles. It is necessary to strengthen economic methods of management of this type of forest management, develop standards for the productivity of pine stands and adapt them to modern requirements. It is necessary to use silvicultural and selection methods for creating and forming pine stands with increased resin productivity, taking into account the wide application of resins and their processing products, ecological safety and resource recovery. It is necessary to use sustainably the raw material base of coniferous trees, improve, develop and implement environmentally friendly methods of tapping and new principles of management in this field.

**Key words:** Scots pine; climatype; variability of resin productivity; trees distribution by resin productivity.

<sup>1</sup> Leonid Osadchuk – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Botany, Wood Science and Non-Wood Forest Products, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-10-48. E-mail: leosad@meta.ua

<sup>2</sup> Liubov Kondratiuk – assistant of the Forestry department, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine Tel.: + 38-067-670-34-12. E-mail: kondratiukl@meta.ua

## 2. БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411804>  
Article received 2018.02.18  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Anatoliy Goychuk  
[ogoychuk@gmail.com](mailto:ogoychuk@gmail.com)

Str. General Rodimtsev, 19, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 630\*443:582.931.4

### Туберкульоз ясена звичайного у Західному Поділлі України: етіологія, симптоматика, патогенез

А. Ф. Гойчук<sup>1</sup>, В. Ф. Дрозда<sup>2</sup>, І. М. Кульбанська<sup>3</sup>

Наведено результати досліджень патологічних змін вегетативних і генеративних органів ясена звичайного під дією патогенної міко- та мікробіоти, зокрема фітопатогенних бактерій, а також шкочодчинної ентомофауни. Показано, що в Україні епіфітотійним захворюванням ясена звичайного є туберкульоз. Збудник хвороби – фітопатогенна бактерія *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Smith 1908) Young et al. 1978 – уражує як стовбури, гілки та пагони, так і суцвіття ясена звичайного. Удосконалено методи діагностики бактеріальних хвороб ясена звичайного. Зокрема, виділено п'ять етапів (фаз) розвитку туберкульозу ясена («парша», «поширення», «власне туберкульоз», «деформація генеративних органів», «вади деревини») та наведено основні симптоматичні характеристики уражень, що дозволяє вчасно розпізнати уражене дерево для кожної вікової групи насаджень. Описано ряд збудників мікофітозів та представників шкочодчинної ентомофауни, що внаслідок своєї діяльності суттєво послаблюють ріст, розвиток та знижують якісні характеристики деревини ясена звичайного. Показано, що патологія ясена звичайного – явище багатогранне з взаємопов'язаними процесами інфекційного та неінфекційного характеру, що необхідно враховувати при симптоматиці і діагностиці захворювань під час проведення заходів з підвищення біостійкості насаджень у системній єдності складників лісового біоценозу. Акцентовується увага на перспективності та доцільності використання антагоністичних властивостей мікроорганізмів і біопрепаратів на їхній основі для профілактики і захисту ясеневих насаджень від збудників бактеріозів.

**Ключові слова:** патогенна міко- та мікробіота; інфекційна патологія; шкочодлива ентомофауна; симптоми хвороб; системна взаємодія; патогенність; антагонізм; поширеність хвороби; шкочодчинність хвороби.

<sup>1</sup> Гойчук Анатолій Федорович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри біології лісу та мисливствознавства. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родімеца, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-930-04-46. E-mail: [ogoychuk@gmail.com](mailto:ogoychuk@gmail.com)

<sup>2</sup> Дрозда Валентин Федорович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу біорізноманіття та сталого розвитку. Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК, вул. Машинобудівників, 7, с.м.т. Чабани, Києво-Святошинський р-н, 08162, Україна. Тел.: +38-044-526-45-04. E-mail: [biomethod@quality.ua](mailto:biomethod@quality.ua)

<sup>3</sup> Кульбанська Іванна Миколаївна – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біології лісу та мисливствознавства. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родімеца, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-781-97-10. E-mail: [i\\_kulbanska@ukr.net](mailto:i_kulbanska@ukr.net)

**Вступ.** Останнім часом особливе занепокоєння викликає періодичне масове всихання багатьох видів лісових деревних рослин, зокрема сосни звичайної, ялини європейської, берези повислої, ясена звичайного, граба звичайного тощо, як в Україні, так і в інших країнах, яке виявляє динамічний характер і має тенденцію до зростання. Етіологію пов'язують з комплексом негативних взаємодіючих абіотичних і біотичних чинників (гідротермічний стрес, патогенні мікроорганізми, шкодочинні комахи). Поза увагою в глибокій патології лісових порід залишилися фітопатогенні бактерії, які, як показують дослідження, мають високу енергію розмноження та здатні проникати в рослину як із зовні (за допомогою біологічних і механічних переносників), так і спричиняти патологічний процес як вітальні облігати (Gvozdyak et al., 2011, Shvets, 2016, Goychuk & Kulbanska 2015, Fedorov, Kovbasa, & Yarmolovich, 2007).

Патологія ясена звичайного – явище багатогранне, в якому системно взаємопов'язані процеси інфекційного і неінфекційного характеру, що суттєво ускладнює діагностику її першопричин. Варто розмежовувати етіологію і патогенез цього негативно-го явища, тобто не змішувати чинники, які призводять до послаблення ясена звичайного (каталізуючі хворобу чинники) і чинники, які спричиняють епіфітотійне його відмирання.

Наразі патогенна міко- та мікробіота ясена звичайного охоплює широкий діапазон хвороб, зокрема і ті, збудники яких системно уражують як вегетативні, так і генеративні органи цієї цінної лісової деревної рослини. До таких збудників патології *F. excelsior* відноситься фітопатогенна бактерія – полібіотроф *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Smith 1908) Young et al. 1978 та асоційовані з нею в патологічному процесі різні систематичні та функціональні групи міко- та мікроорганізмів (Kulbanska, 2015).

Зважаючи на лісівничу, екологічну та господарську цінність деревостанів ясена звичайного та враховуючи інтенсивне погіршення його фітосанітарного стану, комплексне дослідження патогенної міко- та мікробіоти і шкодочинної ентомофауни у поєднанні з метеорологічними чинниками є особливо актуальним.

**Об'єкти і методика дослідження.** Об'єкт дослідження – ясен звичайний як цінна супутня лісова деревна рослина в дубових насадженнях Західного Поділля України.

**Предмет дослідження** – бактеріальна патологія (туберкульоз) ясена звичайного у лісових насадженнях Західного Поділля України.

**Мета роботи** – дослідити особливості етіології, симптоматики та патогенезу туберкульозу ясена звичайного у деревостанах Західного Поділля України з обґрунтуванням біологічних методів боротьби з хворобою, зокрема з використанням антагоністичних властивостей міко- і мікроорганізмів та біопрепаратів на їхній основі.

Загальна схема досліджень патології ясена охоплювала наступні етапи: рекогносцирувальні та детальні лісопатологічні обстеження із закладанням

24 тимчасових пробних площ та зрізуванням 17 модельних дерев за загальноприйнятими лісівничо-таксаційними та фітопатологічними методами (Bylai, 1982, Beltiukova et al., 1968); відбір уражених органів і тканин (понад 240 зразків для міко- та мікробіологічних досліджень); ізоляція міко- і мікроорганізмів у чисту культуру; перевірка патогенних властивостей виділених ізолятів та їх ідентифікація; дослідження антагоністичних взаємовідносин у системі «бактерія-бактерія», «бактерія-мікроміцет» як можливих чинників індукції дему-таційних процесів у лісовий біоценоз. Окрім того, досліджували вплив метеорологічних чинників, як каталізаторів патології ясена звичайного, та шкодочинну ентомофауну в контексті трофічних зв'язків між комахами і фітопатогенними мікроорганізмами та як вектора в поширенні бактеріозів.

Для визначення видового складу патогенної міко- та мікробіоти вегетативних і генеративних органів ясена звичайного було здійснено мікробіологічний та фітопатологічний аналіз зразків у дослідній лабораторії Інституту мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

**Результати та обговорення.** Будь-якому патологічному процесу передують підготовча стадія (каталізуюча, яка підсилює патологічну дію збудників хвороб), наявність сприйнятливих для патогена рослин, висока агресивність популяції збудника, сприятливі для ураження і розвитку хвороби умови. Каталізуючі чинники патології ясена звичайного пов'язані з несприятливими метеорологічними чинниками, зокрема з гідротермічним стресом, обумовленим глобальними змінами клімату.

Користуючись основними показниками погодних умов регіону дослідження, зокрема середньорічної температури повітря (мінімальне, максимальне та середнє значення) та даними щодо опадів (сума опадів і кількість днів з опадами), отриманих з офіційного архіву погоди (Weather archive), ми намагалися встановити залежність (циклічність), яка прослідковується через певний проміжок часу (10 років), поширеності захворювання (туберкульозу ясена) від температури повітря та середньої суми річних опадів (рис. 1).

Встановлено, що за останні роки середні значення температури повітря змінювалися в межах 7,4 °C-10,0 °C. Її відхилення з року в рік суттєво не відрізнялися, тому малоімовірний вплив температури на динаміку поширення осередків туберкульозу *F. excelsior*. Щодо середньорічної кількості опадів, то найбільшого поширення за площею захворювання набуло саме в роки з аномально малою для цього регіону сумою річних опадів (2004, 2011 та 2015 рр.), тобто тоді, коли індекс вологозабезпеченості був найнижчим – 2,2, 1,9 та 2,4 відповідно.

Таким чином, ми припускаємо, і це підтверджується дослідженнями інших авторів (Cherprakov, 2012, Sheluho & Sidorov, 2008), що саме несприятливі метеорологічні чинники є першопричиною (підґрунтям) негативних патологічних змін, які відбуваються у насадженнях за участю ясена зви-

чайного. Адже ослаблені негативним впливом метеорологічних чинників насаджень є сприйнятливішими, насамперед, до інфекційного ураження, зокрема – бактеріального. Згодом, а іноді одночасно з ослабленням, дерева також уражуються збудниками мікозів, що остаточно послаблює їхній імунітет і призводить до виникнення епіфітотії. Зниження рівня фізіологічної активності уражених дерев сприяє заселенню їх представниками шкодочинної ентомофауни, які пошкоджують насіння,

листки та стовбури дерева і є основними важелями післядії – масового відпаду та всихання ясеневих насаджень. Отримані нами дані підтверджують так звану поліфакторну теорію в патології і всиханні лісу (Losytskyi, 1975).

Основною причиною погіршення фітосанітарного стану насаджень за участю ясеня звичайного у регіоні дослідження є стрімкий розвиток і поширення туберкульозу (збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*).

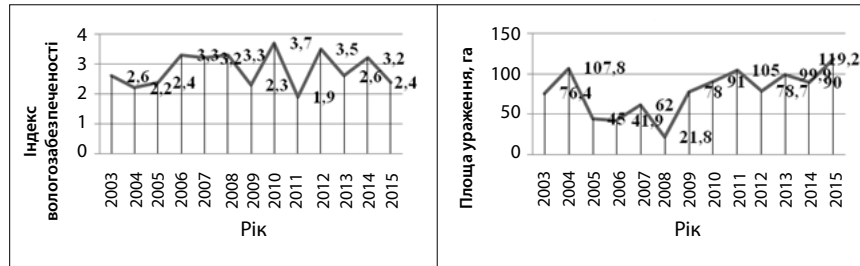


Рис. 1. Вологозабезпеченість (зліва) та поширеність туберкульозу ясеня звичайного (справа) у насадженнях Західного Поділля України

Аналізуючи механізм патогенезу туберкульозу ясеня звичайного у поєднанні з симптоматикою захворювання, нами виділено п'ять основних етапів (фаз) розвитку згаданого бактеріозу, що дозволяє вчасно діагностувати уражене дерево на будь-яких етапах хвороби з подальшим застосуванням захисних заходів (рис. 2).

Зокрема, первинні симптоми («парша») з'являються на пагонах і стовбурах з гладенькою (первинною) сірувато-зеленою кіркою та характеризуються незначним локальним здуттям верхнього шару клітин, появою мікротріщин та невеликих еліпсоподібних м'яких пухлин, заповнених сірою липкою бактеріальною масою без запаху. З часом відбувається утворення нових осередків ураження («поширення») по довжині та периметру стовбура (пагона) ясеня звичайного. Нові осередки туберкульозу можуть з'являтися в різних місцях дерева без певної залежності та послідовності. При «власне туберкульозі» утворюються типові туберкульозні формування з подальшим збільшенням їхніх розмірів як по довжині, так і по периметру стовбура (пагона). Відбувається деформація ураженого орга-

на. Ураження генеративних органів – «деформація генеративних органів» може з'являтися на деревах як із симптомами туберкульозу, так і на зовнішньо здорових, що певною мірою підтверджує системність (дифузність) патології. Уражені *P. syringae* pv. *savastanoi* квітки зазвичай не утворюють однокрилаток, а скупчуються навколо нерозвиненої (не відкритої) верхівкової бруньки і формують дрібні (діаметром 1-2 мм) спочатку світло-рожеві, фіолетові, а згодом – темно-коричневі туберкульозні скупчення досить великих розмірів (до 1,0-1,5 см). Сумарно осередки ураження суцвіть можуть сягати 10 см і більше в діаметрі та віддалено нагадують грона винограду і залишаються на дереві до весни (літа) наступного року. Наразі в літературі деформацію генеративних органів ясеня пов'язують з *Aceria fraxinivora* (Redfern et al., 2011). Проте симптоматика виявленої нами бактеріальної патології однокрилаток *F. excelsior*, особливо на початкових стадіях, має свої особливості. Подальший патогенез не виключає участі комах у цьому процесі. Це тим більш вірогідно, що комахи є векторами у поширенні інфекції.



Рис. 2. Етапи туберкульозу ясеня звичайного: а – «парша», б – «поширення», в – «власне туберкульоз», г – «деформація генеративних органів», д – «вади деревини»

«Вади деревини» утворюються на різних етапах розвитку хвороби і характеризуються утворенням у деревині більших чи менших порожнин, каверн, раковин, іноді гнилих ділянок тощо, часто заповнених темною бактеріальною масою (Kulbanska, 2015). Іноді в місцях туберкульозних утворень, зважаючи на мікротріщини з оголенням деревини та на вищу антагоністичну активність мікроміцетів за відношенням до фітопатогенних бактерій, у патології беруть участь збудники виразкових захворювань, зокрема *Nectria galligena* (анаморфа – *Cylindrocarpon heteronema*) та *Endoxylina stellulata* (анаморфа – *Libertella fraxini*) – збудники звичайного (східчастого) раку листяних деревних рослин, насамперед – *F. excelsior*. У подальшому формується комплекс деревозабарвлюючих, а згодом і дереворуйнівних грибів, зокрема з відділу *Basidiomycota*: *Tyromyces fissilis*, *Spongipellis spumeus*, *Fomitopsis cytisina*, *Inonotus hispidus*, *Phellinus conchatus*, *Ph. torulosus*, *Polyporus varius*, *Funalia gallica* тощо.

Дослідженнями встановлена пряма залежність поширеності туберкульозу ясена звичайного від його частки у насадженнях різних вікових груп. Зі зменшенням частки ясена у складі деревостану відбувається зниження кількості уражених *P. syringae* pv. *savastanoi* дерев. Так, у чистих ясеневих деревостанах свіжих дібров поширеність туберкульозу була найбільшою для всіх вікових груп: молодняки – 79,3 %, середньовікові – 47,8 %, пристигаючі деревостани – 42,3 %. У молодняках, середньовікових і пристигаючих насадженнях з 6–9 одиницями ясена звичайного у складі середньозважена поширеність хвороби складала відповідно 41,6; 33,6 та 30,7 %, що в 1,4–2 рази менше, ніж у чистих деревостанах. За частки ясена в насадженні у межах 3–5 одиниць поширеність хвороби у молодняках, середньовікових та пристигаючих насадженнях становила 24,2; 20,5 та 15,8 % відповідно. При цьому у насадженнях з часткою ясена звичайного в межах центичного оптимуму в складі нами виявлено у молодняках, середньовікових та пристигаючих насадженнях 17,6, 14,8 та 9,7 % уражених збудником туберкульозу дерев, що в 4,5; 3,2 та в 4,3 рази менше, ніж у чистих деревостанах відповідних вікових груп.

Отримані дані вказують на те, що частка ясена звичайного в насадженнях у межах центичного оптимуму (25–30 %) впродовж усього періоду вирощування деревостанів є одним із вагомих чинників індукції демутаційних процесів у лісові біоценози та сприяє формуванню високопродуктивних, біологічно стійких дубово-ясеневих насаджень як з точки зору активізації метаболічних процесів, так і підвищення стійкості до збудників інфекційних хвороб, зокрема туберкульозу ясена. Щодо зменшення поширеності хвороби у насадженнях старших вікових груп (середньовікових, пристигаючих) порівняно з молодняками, то це зазвичай пов'язано безпосередньо з господарською діяльністю (Goychuk & Kulbanska 2015). Окрім того, певна кількість уражених дерев (у молодняках – більша, у

середньовікових і пристигаючих – менша) відмирає природним шляхом.

Паростеві насадження ясена звичайного характеризуються зниженою стійкістю до збудника туберкульозу. Як у регіоні досліджень, так і загалом в ареалі ясена, у тому числі і в Україні, туберкульоз досяг епіфітотії на паростевих рослинах, особливо молодого віку.

З урахуванням патогенезу *P. syringae* pv. *savastanoi* нами виділено три категорії ураження стовбура: суцільне, локальне та поодинокі. Зменшення кількості уражених дерев ясена звичайного з віком (у 2–5 (7)-річних деревостанах виявлено 80,7 % інфікованих туберкульозом рослин, у 15–20-річному віці – 67,6 %, у 30–35-річних деревостанах – 50,5 %, у 45–50-річному віці – 28,1 %, у 60–70-річному віці – у межах 20 %) ми пов'язуємо з вищезгаданими чинниками.

Проте йдеться не про затухання патологічного процесу з віком (адже уражена *P. syringae* pv. *savastanoi* рослина самостійно не звільняється від інфекції), а про відмирання (нехай і незначне) окремих екземплярів та про видалення хворих дерев під час доглядових рубань. Варто зазначити, що уражені рослини у будь-якому віці мають приховані фаути у деревині (почорніння, тріщини, гнилі ділянки зі значним поширенням вздовж стовбура), що її знецінює.

Також нами в свіжих дібровах України виявлене захворювання, відоме як «ash dieback» («смертельна хвороба» ясена, «периферійне відмирання», «патогенне всихання ясена») (Kowalski & Holdenrieder, 2009). Симптоми хвороби проявляються у будь-якому віці рослини, проте особливо чутливими до ураження є молоді рослини ясена звичайного. В уражених рослин спостерігається швидке поступове (іноді раптове) відмирання крони внаслідок утворення локальних некротичних ділянок на пагоні (стовбурі). Листки вище місця ураження в'януть (починаючи з верхівки), а до кінця літа чорніють (наче обпалені вогнем) і тривалий час не опадають (рис. 3).

Із патології типу «ash dieback» ми виділили кілька видів анаморфних грибів і бактерії, зокрема *P. syringae* pv. *savastanoi*, *Erwinia horticola* та *Xanthomonas* sp. Бактерію *E. horticola* вперше було ізолювано з подібного за симптомами до «ash dieback» чорного бактеріозу *Fagus sylvatica* L. (Gvozdyak & Yakovleva, 1979). Штучне інфікування органів ясена мікроміцетами не призвело до виникнення симптомів, подібних до «ash dieback», а інфікування бактеріями спричиняли патологічні процеси, аналогічні туберкульозу ясена звичайного.

У ході аналізу мікобіоти уражених пагонів ясена звичайного всього ізолювано 10 таксонів мікроміцетів (включаючи ідентифіковані тільки до роду *Fusarium* sp. та *Phoma* sp.), які належать до анаморфних грибів (табл. 1).

На основі отриманих результатів можна стверджувати, що *Ulocladium botrytis* є типовим домінуючим видом (просторова і сезонна частота тра-

пляння перевищують 60%). До типових достатньо-чисельних видів належать *Phoma* sp., *Cladosporium cladosporioides*, *Mycelia sterilia* (orange); до типових малочисельних видів – *Acremonium strictum*, *Cylindrocarpon didymum*, *Fusarium sporotrichiella*, *F. heterosporum*, *Fusarium* sp. та *Mycelia sterilia* (dark). Випадкових видів нами не виявлено.

Найвищим коефіцієнтом заселення (57,1%) характеризується *Ulocladium botrytis*, найнижчим (14,3%) – *Acremonium strictum*, *Cylindrocarpon didymum*, *Fusarium sporotrichiella*, *F. heterosporum*.

Встановлено, що патогенна мікрофлора вегетативних і генеративних органів ясен звичайного належить до родів *Pseudomonas*, *Erwinia* та *Xanthomonas* і за анатомо-морфологічними, культуральними та біохімічними характеристиками її від-

несено до *Pseudomonas* sp., *P. syringae* pv. *savastanoi*, *P. fluorescens*, *P. syringae*, *Erwinia herbicola*, *E. horticola*, *Xanthomonas* sp. У зразках уражених тканин також виявлено спороносні бактерії *Bacillus* sp.

Перевірка патогенності, тобто здатності уражувати живі клітини, дає змогу надійно відділити патогени від сапротрофів і експериментально довести причину хвороби (Gvozdyak et al., 2011). У процесі штучного інфікування пагонів (стовбурів) найкращі результати отримано під час внесення інфекційного матеріалу (бактеріальна культура) в Т-подібний надріз, у поранення, створені свердлінням непошкодженої та пошкодженої легким ударом тканини. Обліки результатів штучного зараження пагонів і стовбурів проводили впродовж одного-двох років.

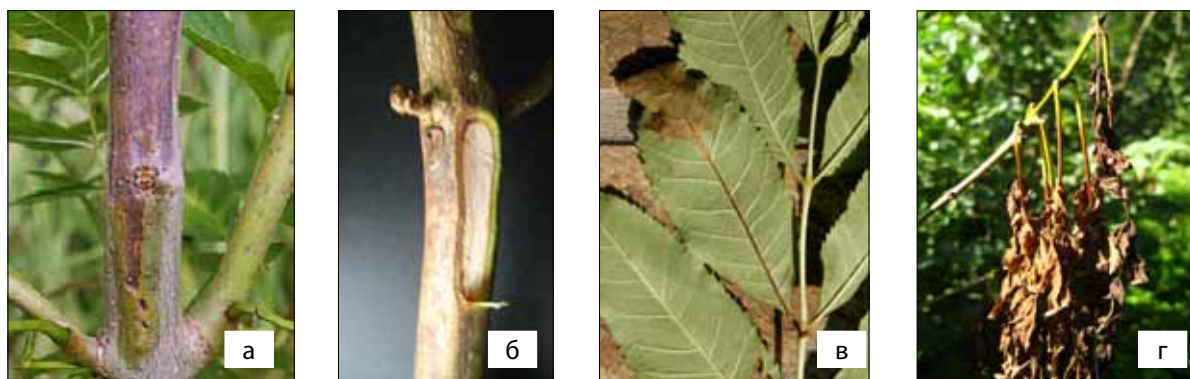


Рис. 3. «Ash dieback»: а – локальний некроз кірки; б – відмерлі тканини у зоні некрозу; в – відмирання листків починається з верхівки; г – типові симптоми «ash dieback»

Таблиця 1

**Мікобіота ясен звичайного з симптомами «ash dieback» та туберкульозу**

| Тип ураження                 | Види (роди) мікроміцетів            | Основні показники               |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|
|                              |                                     | просторова частота трапляння, % | сезонна частота трапляння, % | коефіцієнт заселення, % |
| «Ash dieback» та туберкульоз | <i>Cladosporium cladosporioides</i> | 57,2                            | 100                          | 57,2                    |
|                              | <i>Ulocladium botrytis</i>          | 78,6                            | 100                          | 78,6                    |
|                              | <i>Mycelia sterilia</i> (dark)      | 21,5                            | 100                          | 21,5                    |
|                              | <i>Mycelia sterilia</i> (orange)    | 42,9                            | 100                          | 42,9                    |
|                              | <i>Fusarium heterosporum</i>        | 14,3                            | 50                           | 14,3                    |
|                              | <i>Phoma</i> sp.                    | 57,1                            | 50                           | 57,1                    |
| «Ash dieback»                | <i>Fusarium</i> sp.                 | 28,6                            | 50                           | 28,6                    |
| Туберкульоз                  | <i>Acremonium strictum</i>          | 14,3                            | 50                           | 14,3                    |
|                              | <i>Cylindrocarpon didymum</i>       | 14,3                            | 50                           | 14,3                    |
|                              | <i>Fusarium sporotrichiella</i>     | 14,3                            | 50                           | 14,3                    |

Результати штучного ураження листків, пагонів і стовбурів ясен звичайного штамами у більшості випадків дали позитивний результат – утворення незначного некрозу навколо місця введення інокулюму. Місцями епідерміс припіднімався та частково лущився, було помітне руйнування не тільки поверхневої кірки, а й первинної кори та лубу. Нижче наведено результати штучного ураження та динаміка патологічного процесу в польових умовах шта-

мом Н<sub>1</sub>, ізольованим нами з уражених *P. syringae* pv. *savastanoi* генеративних органів *F. excelsior* (рис. 4).

Динаміка розвитку штучного інфікування гілок ясен звичайного показує, що перші ознаки ураження проявилися в розтріскуванні кірки в місці введення бактеріальної суспензії вже на 15-ий день експерименту. Ще через 10 днів окремі тріщини злилися в одну суцільну рану, відбулося збільшення її розмірів, стало помітним руйнування не тіль-

ки поверхневої кірки, а й первинної кори та лубу. Через три місяці після ураження злупився верхній шар кірки, відбулося «оголення» покривної тканини та рубцювання окремих шарів. Почалося затухання процесу розвитку зони ураження, проте навесні наступного року (через 9 місяців після

ураження) процес розвитку хвороби поновився, і вона набула типового для туберкульозу вигляду. Внутрішні тріщини поглибилися та збільшилися у розмірах. Через рік після інокуляції сформувались ураження, подібні за симптоматикою до природного прояву туберкульозу.



15-ий день інфікування



25-ий день інфікування



95-ий день інфікування



260-ий день інфікування



320-ий день інфікування



365-ий день інфікування

Рис. 4. Розвиток патологічного процесу в природних умовах за штучного ураження пагонів ясена *P. syringae* pv. *savastanoi* (штам Н<sub>1</sub>)

Під час перевірки патогенних властивостей ізолюваних бактерій в експерименті встановлено, що найбільш агресивними по відношенню до органів ясена звичайного (крім листків) і рослин-індикаторів виявилися *P. syringae* pv. *savastanoi*, *Pseudomonas* sp., *E. horticola* та *Xanthomonas* sp. Так, *P. syringae* pv. *savastanoi* за штучного інфікування формувала аналогічні природним симптоми ураження та спричиняла некроз індикаторних рослин. *Pseudomonas* sp., *E. horticola* і *Xanthomonas* sp. спричиняли також некрози різної інтенсивності на органах ясена. Інші види – *P. fluorescens* і *E. herbicola* – ми розглядаємо як супутню мікробіоту в туберкульозній патології *F. excelsior*.

Бактерії *Pseudomonas* sp. інертні до джерел вуглеводів як на мінеральному середовищі Омелянського, так і на середовищі Гісса. Використовують деякі амінокислоти і солі органічних кислот. Всі штами володіють каталазною активністю; не виявлено пектиноруйнуючих ферментів, амілази, уреа-

зи. Молоко тільки пептонізують. Лакмусову сироватку підлугуюють через добу.

Ізольований нами збудник туберкульозу ясена звичайного – *P. syringae* pv. *savastanoi* – характеризується ростом на більшості поживних середовищ, значною варіабельністю стосовно до джерел живлення, утилізацією винної кислоти як джерела вуглецю, засвоєнням гліцерину і винної кислоти, як і деяких інших спиртів і органічних кислот. Основні відмінності властивостей *P. syringae* pv. *savastanoi* полягають у повільному засвоєнні вуглеводів та спиртів.

Очевидно, неоднорідність і пластичність цього виду пов'язані з можливістю розширення кола живильних рослин.

Наразі боротьба з бактеріальними хворобами лісових деревних рослин базується на організаційно-господарських, лісівничих, лісокультурних і фізико-механічних методах, які мають, зазвичай, профілактичний характер або спрямовані на боротьбу

з їхніми наслідками. Останнім часом ведеться активний пошук антагоністичних до фітопатогенних бактерій міко- та мікроорганізмів і біопрепаратів на їхній основі для захисту рослин від збудників бактеріозів, зокрема на базі *Bacillus* sp.

Встановлено, що ізолювані нами фітопатогенні бактерії не виявили чітко вираженої антагоністичної активності як між собою, так і стосовно до тестових культур бактерій. Разом з тим, виявлені нами незначні зони затримки росту *P. syringae* pv. *savastanoi* бактеріями аутомікробіоти ясена та колекційними видами свідчать про наявність потенційного антагонізму.

На відміну від бактерій, мікроміцетам, ізолюваним із туберкульозної патології вегетативних і генеративних органів ясена звичайного, притаманна більша антагоністична активність до фітопатогенних бактерій. Найбільш активними були *U. botrytis* (середня стерильна зона 5,8 мм) та *C. cladosporioides* (середня стерильна зона 4,9 мм). Вони пригнічували різною мірою всі тест-культури фітопатогенних бактерій. Активність інших трьох видів грибів – *A. strictum*, *F. heterosporum* та *F. sporotrichiella* – була вибірковою. До всіх видів грибів найбільш чутливими були *P. syringae* pv. *savastanoi*, ізолювані з насінин, та колекційні *P. syringae* 8511 і *P. savastanoi* 9174.

Подібну активність виявив і біопрепарат П27ант. Зокрема, він був середньоактивним, як і біопрепарат Віктант, до *P. savastanoi* 9174 та до *Pseudomonas* sp. і *P. syringae* pv. *savastanoi*, ізолюваних із квіток, кірки та насінин. Слабку антагоністичну активність виявлено до *P. syringae* pv. *savastanoi* і *Pseudomonas* sp., ізолюваних з однокрилаток, та

до колекційного штаму *P. syringae* 8511. Культура виявилася неактивною до *P. syringae* pv. *savastanoi*, ізолюваних із черешків і листків.

Щодо впливу фітопатогенних бактерій на мікроміцети, то їхню антигрибну активність нами не встановлено. Тож можна припустити, що і в природі фітопатогенні бактерії поза патологічним процесом не впливають на ріст мікроміцетів, що узгоджується з даними інших авторів (Gvozdyak et al., 2011).

Дослідженнями біопрепаратів на базі аеробних спороутворювальних бактерій *Bacillus* sp. не виявлено високої антимікробної активності до всіх дослідних культур мікроорганізмів, а їхня активність залежала не лише від виду бактерій, але й від того, з яких органів ясена звичайного її виділено. Зокрема, Віктант виявився середньоактивним до колекційного штаму *P. savastanoi* 9174 (зона затримки росту – 19,5 мм), а також до *P. syringae* pv. *savastanoi*, ізолюваних із квіток (зона затримки росту – 13,5 мм) та проявив слабку активність до штамів *Pseudomonas* sp., ізолюваних із однокрилаток, *P. syringae* pv. *savastanoi* (ізолюваних із черешків, листків та кірки) та до колекційного штаму *P. syringae* 8511 (зона затримки росту коливалася в межах 4-9 мм). Віктант виявився неактивним до штаму *Pseudomonas* sp., ізолюваного з кірки.

Під час інокуляції у польових умовах пагонів ясена звичайного водною суспензією чистих культур фітопатогенних бактерій та біопрепаратів відзначено варіабельність результатів. Так, біопрепарат П27ант не пригнічував *P. syringae* pv. *savastanoi*, а Віктант обмежив її активність (рис. 5).



Рис. 5. Під час інокуляції водною суспензією Віктанту і *P. syringae* pv. *savastanoi* на пагонах залишилися лише сліди від ін'єкції (а); внаслідок зараження П27ант і *P. syringae* pv. *savastanoi* проявились симптоми туберкульозу (б)

Значення комах у житті лісового біоценозу визначається не його сумарною чисельністю, а кількістю комах на одиницю площі біотопу, тобто щільністю популяції (Gusteleva, 1980). У регіоні дослідження ми виявили 11 видів комах-фітофагів рядів *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Homoptera*, *Diptera* та *Lepidoptera*, котрі прямо або опосередковано екологічно та трофічно пов'язані з вегетативними та репродуктивними органами ясена звичайного. Їхній виражений негативний вплив щодо продуцентів проявляється внаслідок дії стресових чинників. Найбільшою щільністю (у межах 30%) на ослаблених і всихаючих деревах *F. excelsior* відзначались

фітофаг *Prays curtisellus*, ксилофаги *Hylesinus crenatus* та *Hylesinus fraxini* (табл. 2).

Висловлено наукове припущення щодо існування екологічного та трофічного зв'язків між комахами та фітопатогенними бактеріями як складниками циркуляційних процесів у лісових біоценозах, що ґрунтується на детальному аналізі літературних джерел і власних експериментальних дослідженнях. Зокрема з галів, які утворилися на одноосіньках ясена внаслідок пошкодження їх *Lignyodes enucleator*, нами ізолювано бактерії родів *Xanthomonas* та *Pseudomonas*, які в експерименті виявили патогенні властивості щодо ясена звичайного.

Таблиця 2

## Шкодочинна ентомофауна всихаючих дерев ясена звичайного в насадженнях Західного Поділля

| Пошкодження      | Види фітофагів                                                   | Показник щільності, % |
|------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Плоди і насінини | Ясеневий довгоносик-насі́ннеїд <i>Lignyodes enucleator</i> Panz. | 15                    |
|                  | Ясенева плодова галиця <i>Dasineura fraxini</i> Kjeff.           | 15-20                 |
| Листки і бруньки | П'ядун-обдирало <i>Erannis defoliaria</i> Cl.                    | 10                    |
|                  | Мінер ясеневий <i>Phytagromyz aheringi</i> Hend.                 | 5                     |
|                  | Ялицево-ясенева попелиця <i>Prociphilus nidificus</i> Loew.      | 15                    |
|                  | Ясенева листоблішка <i>Psyllopsis fraxini</i> L.                 | 25                    |
|                  | Ясенева павутинна міль <i>Prays curtisellus</i> Don.             | 30                    |
| Гілки і стовбури | Повстяник ясеневий <i>Fonscolombea fraxini</i> Kalt.             | 10                    |
|                  | Великий ясеневий лубоїд <i>Hylesinus crenatus</i> Fabr.          | 30                    |
|                  | Лубоїд ясеневий строкатий <i>Hylesinus fraxini</i> Panz.         | 30                    |
|                  | Червиця в'їдлива <i>Zeuzera pyrina</i> L.                        | 15                    |

**Висновки.** Встановлено, що сучасний фітосанітарний стан ясена звичайного у лісах України пов'язаний з комплексом несприятливих абіотичних та біотичних чинників у їх системній взаємодії. Виявлено, що найпоширенішою і найшкодочиннішою компонентою патогенної мікробіоти є збудник туберкульозу *F. excelsior*, який за анатомо-морфологічними та фізіолого-біохімічними характеристиками ідентифіковано як *P. syringae* pv. *savastanoi*. Під час штучного ураження *P. syringae* pv. *savastanoi* виявила високі патогенні властивості на різних органах ясена звичайного та індикаторних рослинах. Листки ясена не чутливі до збудника. Досліджено симптоматику та особливості патогенезу туберкульозу. Виділено п'ять етапів (фаз) захворювання та три категорії ураження стовбура, що дозволяє вчасно розпізнати уражене дерево для кожної вікової групи насаджень. З'ясовано видовий склад патогенної міко- та мікробіоти вегетативних та генеративних органів *F. excelsior*. Виявлено пряму залежність поширення туберкульозу від частки ясена у складі насаджень різних вікових груп. У регіоні досліджень туберкульоз досяг епіфітотії на паростевих деревах *F. excelsior*, особливо молодого віку.

Виявлено 11 видів комах-фітофагів рядів *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Diptera*, *Lepidoptera* та показано їхні екологічні та трофічні зв'язки з фітопатогенними бактеріями у нагромадженні, збереженні та передачі інокулюма *P. syringae* pv. *savastanoi* в лісових біоценозах.

Обґрунтовано теоретичні та практичні засади захисту ясена звичайного від збудників бактеріозів з використанням антагоністичних властивостей мікроорганізмів і біопрепаратів на їхній основі. Показано, що використання біопрепаратів на базі *Bacillus* sp. у боротьбі з бактеріозами лісових деревних рослин є перспективним. Водночас, в експерименті під час інокуляції у польових умовах пагонів ясена звичайного водною суспензією чистих культур фітопатогенних бактерій і біопрепаратів встановлено варіабельність результатів, що потребує подальших досліджень.

## Бібліографічні посилання

- Bylai V. Y. (1982). *Methods of experimental mycology: a reference book*. Kiev: Scientific thought (in Russian).
- Beltiukova K. Y., Matyshevskaya M. S., Kulykovskaya M. D., & Sydorenko S. S. (1968). *Methods for investigating pathogens of bacterial plant diseases*. Kiev: Scientific thought (in Russian).
- Cherpakov, V. V. (2012). Bacterial diseases of forest species in pathology of forest. SPb.: SPb GLTU, 200, 292-303 (in Russian).
- Davydenko, K., Vasaitis, R., Stenlid, J., & Menkis, A. (2013). Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *For. Path.*, 43, 462-467.
- Fedorov, N. I., Kovbasa, N. P., & Yarmolovich, V. A., (2007). *Harmfulness of bacterial dropsy in birch stands*. Gomel: Harvest (in Russian).
- Gvozdyak, R. I., & Yakovleva, L. M. (1979). *Bacterial diseases of forest tree species*. Kiev: Scientific thought (in Russian).
- Gvozdyak, R. I., Goychuk, A. F., Rozenfeld, V. V. & Pasichnik, L. A., (2011) *Bacterial diseases of pine (Pinus sylvestris L.) and its floral microflora*. Zhitomir: Polissya (in Ukrainian).
- Goychuk, A. F., & Kulbanska I. M. (2015). Pathogenic mycosis and microflora of ash in Ukrainian Podillya. *Microbiological Journal*, 77(5), 69-73 (in Ukrainian).
- Gusteleva, L. A. (1980). *Microflora of weakened tree and its role in the vital activity of xylophagous insects*. Krasnoyarsk: Science (in Russian).
- Kulbanska, I. M. (2015). Pathogenesis of tuberculosis of an ash tree in the conditions of Western Podillya of Ukraine. *Forest Journal*, 6, 75-84 (in Russian).
- Kowalski, T., & Holdenrieder, O. (2009). *Chalara fraxinea* causes dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Europe report. *For. Pathol.*, 39, 1-7.
- Losytskyi, K. B. (1975). The phenomenon of depression in hardwood forests. *Forestry*, 3, 40-44 (in Russian).

- Redfern, Margaret; Shirley, Peter; Bloxham, Michael (2011). *British Plant Galls* (Second ed.). Preston Montford: FSC Publications. pp. 117 & 425.
- Shvets, M. V. (2016). Bacterial diseases of birch plantings in Ukraine and in the world (theoretical and applied aspects). *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 26 (7), 179-185 (in Ukrainian).
- Thomidis, T., Tsipouridis, C., Exadaktylou, E., & Drogoudi, E. (2005). Comparison of three laboratory methods to evaluate the pathogenicity and virulence of ten *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* isolates on apple, pear, cherry and peach trees. *Phytoparasitica*, 33 (2), 137-140.
- Sheluhov, V. P., & Sidorov, V. A. (2008). Diagnosis and ways to reduce the economic importance of birch bacterial dropsy. *Forestry*, 4, 48-52 (in Russian).
- Weather archive (WMO ID) 33415 [Electronic resource]. – Resource access mode: [http/rp5.ru](http://rp5.ru)

### **Туберкулез ясеня обыкновенного в Западном Подолье Украины: этиология, симптоматика, патогенез**

А. Ф. Гойчук<sup>1</sup>, В. Ф. Дрозда<sup>2</sup>, И. М. Кульбанская<sup>3</sup>

Акцентируется внимание, что в последние годы наблюдается эпифитотийное усыхание многих видов лесных древесных растений как в Украине, так и в других странах, которое имеет динамичный характер и тенденцию к росту. В глубокой патологии этого явления без внимания остались фитопатогенные бактерии, имеющие высокую энергию размножения и способные проникать в растение как извне, так и вызывать патологический процесс как витальные облигаты.

Установлено, что наиболее распространенным и вредоносным заболеванием ясеня обыкновенного является туберкулез. Возбудитель болезни – фитопатогенная бактерия *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* – поражает как стволы, ветви и побеги, так и соцветия ясеня обыкновенного. С туберкулез-

ной патологии в качестве сопутствующей мико- и микробиоты изолированы бактерии *Pseudomonas* sp., *P. fluorescens*, *P. syringae*, *Erwinia herbicola*, *E. horticola*, *Xanthomonas* sp. и микромицеты *Cladosporium cladosporioides*, *Ulocladium botrytis*, *Mycelia sterilia* (dark), *Mycelia sterilia* (orange), *Fusarium heterosporum*, *Fusarium* sp., *Acremonium strictum*, *Cylindrocarpon didymum* и т. д.

Показано, что *Xanthomonas* sp. обладает в эксперименте вариabельными патогенными свойствами, что свидетельствует о расширении ее специализации и указывает на необходимость дальнейшего изучения бактериальной патологии лесных древесных растений.

В патогенезе болезни выделено пять этапов (фаз) ее развития и приведены основные симптоматические характеристики поражений, что позволяет вовремя распознать пораженное дерево для каждой возрастной группы насаждений. Усовершенствованы методы диагностики бактериальных болезней ясеня обыкновенного. Установлено видовой состав вредоносной энтомофауны как вектора инфекционной (туберкулез) патологии. Показано, что гидротермический стресс является катализирующим фактором эпифитотийного усыхания ясеня обыкновенного.

Акцентируется внимание на перспективности и целесообразности использования антагонистических свойств мико- и микроорганизмов и биопрепаратов на их основе для профилактики и защиты древесных насаждений от возбудителей бактериозов. Показано, что патология ясеня обыкновенного – явление многогранное со взаимосвязанными процессами инфекционного и неинфекционного характера. Указывается на необходимость разграничивать этиологию и патогенез этого негативного явления, то есть не смешивать факторы, приводящие к ослаблению ясеня обыкновенного (катализирующие болезнь факторы) и факторы, которые вызывают эпифитотийное его отмирание.

**Ключевые слова:** патогенная мико- и микрофлора; инфекционная патология; вредоносная энтомофауна; симптомы болезней; системное взаимодействие; антагонизм; распространенность болезни; вредоносность болезни.

<sup>1</sup> Гойчук Анатолий Федорович – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры биологии леса и охотоведения. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-050-930-04-46. E-mail: [ogoychuk@gmail.com](mailto:ogoychuk@gmail.com)

<sup>2</sup> Дрозда Валентин Федорович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом биоразнообразия и устойчивого развития. Украинская лаборатория качества и безопасности продукции АПК, ул. Машиностроителей, 7, п.г.т. Чабаны, Киево-Святошинский р-н, 08162, Украина. Тел.: +38-044-526-45-04. E-mail: [biomethod@quality.ua](mailto:biomethod@quality.ua)

<sup>3</sup> Кульбанская Ивана Николаевна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии леса и охотоведения. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-050-781-97-10. E-mail: [i\\_kulbanska@ukr.net](mailto:i_kulbanska@ukr.net)

## Tuberculosis of ash-trees in Western Podillya of Ukraine: etiology, symptomatology and pathogenesis

A. Goychuk<sup>1</sup>, V. Drozda<sup>2</sup>, I. Kulbanska<sup>3</sup>

It is emphasized that in recent years epiphytotic dieback of many forest tree species has been observed in Ukraine and in other countries. It is dynamic and has a tendency to increase. In the deep pathology of this phenomenon out of attention remained phytopathogenic bacteria, which have high reproductive energy and can penetrate into the plant both from the outside, and cause the pathological process as a vital obligates.

It is established that the most common and harmful illness of ash-tree is tuberculosis. The causative agent of the disease is the phytopathogenic bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* – infects trunks, branches and shoots, and inflorescences of ash. From tuberculous pathology as a concomitant myco- and microbiota isolated bacteria *Pseudomonas* sp.,

*P. fluorescens*, *P. syringae*, *Erwinia herbicola*, *E. horticola*, *Xanthomonas* sp. and micromycetes *Cladosporium cladosporioides*, *Ulocladium botrytis*, *Mycelia sterilia* (dark), *Mycelia sterilia* (orange), *Fusarium heterosporum*, *Fusarium* sp., *Acremonium strictum*, *Cylindrocarpon didymum* etc.

It has been stated that *Xanthomonas* sp. showed in the experiment variable pathogenic properties, indicating the expansion of its specialization and indicates the need for further study of bacterial pathology of forest tree plants.

In the pathogenesis of the disease five stages (phases) of its development are identified and the main symptomatic characteristics of lesions are given, which allows timely recognition of the affected tree for each age group of plantings. The methods for bacterial diseases of the ash diagnosing are improved. The species composition of the damaging entomologic fauna as a vector of infectious (tuberculosis) pathology is established. Hydrothermal stress is shown to be a catalytic factor in epiphytotic dieback of ash-tree.

The emphasis is on the promising and expedient use of antagonistic properties of myco- and microorganisms and biologics on their basis for the prevention and protection stands of ash from pathogens of bacteriosis. It has been shown that pathology of ash tree is a multifaceted phenomenon with interconnected processes of infectious and non-infectious cause. The study results indicate the need to differentiate the etiology and pathogenesis of this negative phenomenon, that is, not to confuse the factors that lead to weakening of the ash-tree (causative factors of the disease) and factors that cause epiphytotic dieback.

**Key words:** pathogenic myco- and t microflora; infectious diseases; harmful entomologic fauna; symptoms; system interaction; pathogenicity; antagonism; prevalence of diseases; harmfulness of the disease.

<sup>1</sup> Anatoliy Goychuk – Academician of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, doctor of agricultural sciences, professor, Professor of the Department of Biology forest and Hunting science. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-050-930-04-46. E-mail: ogoychuk@gmail.com

<sup>2</sup> Valentin Drozda – doctor of agricultural sciences, professor, Head of the Division for Biodiversity and Sustainable Development. Ukrainian laboratory of quality and safety of products AIC, Mashynobudivnykiv st., 7, s.t.t. Chabany, Kiev-Svyatoshinsky district, 08162, Ukraine. Tel.: +38-044-526-45-04. E-mail: biomethod@quality.ua

<sup>3</sup> Ivanna Kulbanska – Ph.D, Biology, senior lecturer of the Department of Biology forest and Hunting science. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-050-781-97-10. E-mail: i\_kulbanska@ukr.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411805>  
Article received 2018.03.03  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Nadiia Oleksiichenko  
[nadiaolex@ukr.net](mailto:nadiaolex@ukr.net)

Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 712.41:631

## Вікові дерева парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Тернопільщини

Н. О. Олексійченко<sup>1</sup>, С. М. Підховна<sup>2</sup>

Наведено дані щодо сучасного стану збереження вікових дерев та їх кількісної структури в парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва Тернопільщини. Вікові дерева на об'єктах культурної спадщини представлені 30 видами та двома культиварами (*Fagus sylvatica* L. 'Atropunicea' West. і *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula'), більшість з яких (24 види) відносяться до відділу покритонасінних. Вікові особини деревних інтродуцентів виявлено на території восьми парків (Більче-Золотецького, Заліщицького, Раївського, Скала-Подільського, Плотницького, Коропецького, Гримайлівського парків та в залишках парку в с. Млиниська).

Впродовж інвентаризаційних досліджень здійснено комплексне оцінювання п'яти вікових дерев, які мають статус ботанічних пам'яток природи (вікові дерева, що мають вагоме культурне, історичне значення та повний заповідний режим) і ростуть у Раївському і Заліщицькому парках, охарактеризовано санітарний стан та визначено їхні таксаційно-біометричні показники. На зазначених об'єктах виявлено вікові дерева-інтродуценти *Guttnocladus dioicus* (L.) C. Koch віком 130 років та *Sophora japonica* L. віком 150 років, які можуть бути рекомендовані до заповідання як ботанічні пам'ятки природи місцевого значення.

За результатами оцінки санітарного та естетичного стану визначених дерев запропоновано низку організаційних і технологічних заходів щодо їх лікування, збереження та раціонального використання (створення карти геопросторового розташування вікових дерев, здійснення організаційних заходів з метою зменшення рекреаційного навантаження в межах площі проекції крони, встановлення інформаційних іменних табличок, проведення лікувальних заходів щодо уражених хворобами вікових дерев за сучасними екологічно обґрунтованими технологіями, у т. ч. і методами арбористики).

**Ключові слова:** інтродуценти; інвентаризація; ботанічна пам'ятка природи; заповідання; санітарний та естетичний стан.

**Вступ.** Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва відіграють у сучасному житті роль живих свідків багатовікових традицій. Суспільство все відчутніше усвідомлює загальнолюдську цінність пам'яток, розглядає їх як спільні надбання, визнає відповідальність перед наступними поколіннями за їх збереженість і вважає себе зобов'язаним переда-

ти цю спадщину в усьому багатстві її автентичності. Важливим завданням, яке постає перед парками-пам'ятками садово-паркового мистецтва є збереження на їх територіях природних і штучних паркових ландшафтів, пам'яток культурної спадщини, цінних інтродуцентів і вікових дерев. Виявлення останніх, визначення їхнього санітарного стану є

<sup>1</sup> Олексійченко Надія Олександрівна – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри ландшафтно-архітектурної та садово-паркового будівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родімцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-227-82-96, +38-098-330-22-78. E-mail: [nadiaolex@ukr.net](mailto:nadiaolex@ukr.net)

<sup>2</sup> Підховна Світлана Михайлівна – аспірант кафедри ландшафтно-архітектурної та садово-паркового будівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родімцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-227-82-96, +38-097-646-72-89. E-mail: [pidkhovna\\_s@ukr.net](mailto:pidkhovna_s@ukr.net)

важливим критерієм під час комплексного оцінювання території для розробки проектів утримання та раціонального використання парків-пам'яток садово-паркового мистецтва.

Вперше пам'яткою природи старовікові дерева назвав професор Берлінського університету Олександр фон Гумбольдт під час наукової експедиції у Північну Америку (1799-1804) (Galkin, Dragan & Doiko, 2013).

Країни з давніми і сильними природоохоронними традиціями – Німеччина, Англія, Польща, балтійські та скандинавські держави, давно і успішно займаються інвентаризацією і охороною вікових та інших видатних дерев (Boreiko, 2001). У Великій Британії та Німеччині (Пруссії) дослідження в такому напрямі розпочато ще з XVII ст. Причому в Пруссії інвентаризації та охороні підлягали висохлі велетні і навіть їхні пеньки, а в природоохоронних і ботанічних німецьких журналах містилися некрологи про загибель дерев. Нині особлива увага цій проблемі приділяється у Німеччині, де розроблено туристичний маршрут по місцях розташування старовікових дерев. Загалом традиція заповідання вікових дерев дуже поширена в Європі: у Польщі заповідано 53 тис. дерев (2003 р.), в Італії станом на 2005 р. – 22 тис., у Великобританії – 22 тис. дерев (2008 р.) (Shnayder, Boreyko & Stetsenko, 2011). У США віковим деревам присвячена книга «Славні та історичні дерева», в Литві та Естонії вікові дерева занесено в комп'ютерну базу даних (Galkin, Dragan & Doiko, 2013).

Відповідно до Закону України "Про природно-заповідний фонд України", вікові та меморіальні дерева, які представляють історичну, біологічну, наукову, патріотичну, естетичну, символічну цінність, можуть бути захищені державою і мати статус ботанічних пам'яток природи (Law of Ukraine «On the Nature Reserve Fund of Ukraine», 1992).

В Україні, порівняно з іншими країнами Європи, питання охорони, збереження та заповідання вікових дерев почали розглядати дещо пізніше. Першу роботу про вікові дерева на території України було опубліковано в 1883 р. О. Накропіним, стосовно дерев, які ростуть у Криму (Nakropin, 1883).

У 1910 р. польським ботаніком М. Рациборським вперше опубліковано підсумки інвентаризації вікових дерев у Західній Україні. У 1932 р. в Радянській Україні під охорону держави було взято 11 вікових дерев, а до 1935 р. у Західній Україні було взято під охорону 103 вікових і меморіальних дерев (Shnayder, Boreyko & Stetsenko, 2011).

Найактивніше дослідження і роботи зі збереження та охорони вікових дерев розпочалися у другій половині XX ст. На цей час в Україні заповідними вважаються близько 2800 вікових і меморіальних дерев (в Тернопільській обл. – 295 дерев).

Упродовж останніх 20 років активізовано питання інвентаризації вікових дерев з метою їх охорони та заповідання в різних регіонах України (Boreiko, 2001, Dudyn, 2001, Cherniak, 2004, Kushnir, Grytzerzyk, & Suchanova, 2010, Shlapak et

al., 2010-2011, Shnaider, Boreiko, & Stetsenko, 2011, Oleksiichenko et al. 2012-2015). Зокрема, досліджено вікові дерева Львівської області (Dudyn, 2001); оцінено вікові дерева Волино-Поділля (Cherniak, 2004); здійснено дослідження вікових дерев в дендропарку «Софіївка» (Shlapak, Muzyka et al., 2010-2011). Низкою авторів (Shnaider, Boreiko, & Stetsenko, 2011) зібрана наукова інформація про вікові дерева України в цілому; проінвентаризовано вікові дерева в межах Києва та Київської області (Kushnir, 2010); звернуто увагу на сучасний стан і збереження вікових дерев в регіоні Центрально-придніпровської височинної області (Oleksiichenko & Gatal'ska (2012-2015); проведено наукові роботи щодо збереження вікових дерев в Національному дендропарку «Олександрія» (Galkin, Dragan, & Doiko, 2013).

Охорона і збереження вікових та історичних дерев в Європі є проявом культури та поваги до національної спадщини. Починаючи з 2001 р., українські арбористи, за сприяння польських колег із Міжнародного товариства дослідження і охорони дерев, почали вивчати та запроваджувати на території України сучасні технології обрізування, лікування і оздоровлення вікових дерев (Kushnir, Grytzerzyk, & Suchanova, 2010).

Поряд з цим проблеми, пов'язані із виявленням та охороною вікових дерев в Україні, вирішуються повільно. *Актуальними* на сучасному етапі залишаються питання дослідження їх історичної складової у контексті етнокультурного ландшафту конкретної місцевості, визначення перспектив науково-дослідної та природоохоронної роботи зі збереження вікових дерев з метою введення їх до переліку пам'яток природи та включення їх у туристичні маршрути різних регіонів нашої країни.

На Тернопільщині ще здавна значну увагу приділяли охороні вікових дерев. Так, ще у 1935 р. в Тернопільському воєводстві під охорону було взято 13 вікових дерев (Trysnyuk, 2014). Станом на 1.01.2018 р. у Тернопільській обл. охороняється 295 ботанічних пам'яток природи, з них 4 – загальнодержавного та 291 – місцевого значення. Серед ботанічних пам'яток природи місцевого значення виділено 109 вікових дерев та 33 екзотичні дерева (інтродуценти). Найбільша кількість вікових унікальних дерев знаходиться в парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва, трапляються вони і на території наших дослідних об'єктів.

**Об'єкти та методика досліджень.** *Об'єкт дослідження* – вікові дерева парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Тернопільщини. *Предмет дослідження* – санітарний та естетичний стан вікових унікальних дерев парків-пам'яток садово-паркового мистецтва.

*Мета досліджень* полягає в оцінюванні санітарного та естетичного стану вікових унікальних дерев парків-пам'яток садово-паркового мистецтва та розробці природоохоронних рекомендацій щодо їх збереження.

*Матеріалами* для дослідження слугували літературні джерела, картографічні матеріали та результа-

ти натурного обстеження деревних насаджень, яке здійснювали маршрутно-візуальним способом із застосуванням Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України (Instruction on the inventory of green plantations in settlements of Ukraine, 2001). Для характеристики стану деревної рослини визначали біометричні показники – діаметр стовбура на висоті 1,3 м та висоту дерева. Інформацію про місце розташування кожного дерева отримували за допомогою GPS Garmin Etrex 20 з прив'язкою до опорних точок на місцевості та наступним її коригуванням за матеріалами ДЗЗ Landsat у ГІС ArcGis 9.2 (Bidolakh & Kuzjovych, 2016). Вік дерев визначали за літературними даними (Shneider et al., 2011, Cherniak et al., 2014). Розподіл деревних рослин за віковими категоріями здійснювали за 4-бальною шкалою (Shlapak et al., 2011). Категорію стану дерев визначали за «Санітарними правилами в лісах України» (Sanitary rules in forests of Ukraine, 2012): I – без ознак ослаблення, II – ослаблені, III – дуже ослаблені, IV – відмираючі, V – свіжий сухостій, VI – старий сухостій. Естетичний стан вікових дерев оцінювали за шестибальною шкалою, пристосованою для оцінки вікових дерев в історичних насадженнях (Shlapak et al., 2010).

**Результати досліджень.** Упродовж 2016-2017 рр. нами здійснено інвентаризаційні дослідження насаджень парків-пам'яток садово-паркового мис-

тецтва Тернопільщини. За результатами опрацювання літературних джерел та натурних обстежень дослідних об'єктів виявлено 129 вікових дерев, які представлені 30 видами та двома культиварами (*Fagus sylvatica* L. 'Atropunicea' West. i *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula'), з яких – 24 представники відділу покритонасінних. Аборигенні вікові дерева представлені 11 видами, що складає 37,5% від їх загальної кількості. Вікові екземпляри деревних інтродуцентів виявлено на території восьми парків (Більче-Золотецькому, Заліщицькому, Раївському, Скала-Подільському, Плотичькому, Коропецькому, Гримайлівському парках та в залишках парку с. Млиниська). Коротку характеристику цінних вікових інтродуцентів парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Тернопільської обл. наведено у табл. 1.

Отже, найбільша кількість вікових інтродуцентів (13 шт.) зосереджена у Більче-Золотецькому парку, які представлені шістьма видами. Окрім цих дерев, на увагу заслуговують вікові аборигени (чотири види) у кількості 18 екземплярів. Унікальним є екземпляр липи серцелистої, який вирізняється значними розмірами (780 см в обхваті стовбура), цікавою формою штамбу (чотиристовбуровість) і відмінним санітарним станом. Вікові дерева відіграють важливу роль у загальній композиції та ландшафтно-планувальній структурі Більче-Золотецького парку.

Таблиця 1

**Характеристика цінних вікових інтродуцентів парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Тернопільщини**

| № з.п.                                            | Назва виду чи культивуару                       | К-сть, шт. | Діаметр, см/обхват стовбура на висоті 1,3 м, см | Приблизний вік, років | Значення та напрями використання         |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Більче-Золотецький парк                           |                                                 |            |                                                 |                       |                                          |
| 1.                                                | <i>Gleditsia triacanthos</i> L.                 | 1          | 80/250                                          | 90                    | Маточна рослина                          |
| 2.                                                | <i>Liriodendron tulipifera</i> L.               | 1          | 88/270                                          | 90                    | Культурно-просвітницьке, маточні рослини |
| 3.                                                | <i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott      | 1          | 60/180                                          | 90                    |                                          |
| 4.                                                | <i>Juglans nigra</i> L.                         | 3          | 80-132/250-300                                  | 100-140               |                                          |
| 5.                                                | <i>Acer pseudoplatanus</i> L.                   | 3          | 84-130/260-320                                  | 100-160               | Маточні рослини                          |
| 6.                                                | <i>Pinus strobus</i> L.                         | 4          | 64-84/200-260                                   | 90-110                |                                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 13 шт. |                                                 |            |                                                 |                       |                                          |
| Заліщицький парк                                  |                                                 |            |                                                 |                       |                                          |
| 1.                                                | <i>Ginkgo biloba</i> L.                         | 1          | 120/350                                         | 185                   | Культурно-просвітницьке, маточні рослини |
| 2.                                                | <i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch         | 1          | 98/300                                          | 130                   |                                          |
| 3.                                                | <i>Quercus borealis</i> Michx.                  | 1          | 105/320                                         | 170                   |                                          |
| 4.                                                | <i>Pinus pallasiana</i> D.Don                   | 1          | 79/240                                          | 150                   | Маточні рослини                          |
| 5.                                                | <i>Stypholobium japonicum</i> Schott. ‘Pendula’ | 1          | 110/310                                         | 150                   | Культурно-просвітницьке, маточна рослина |
| 6.                                                | <i>Stypholobium japonicum</i> Schott. ‘Pendula’ | 1          | 64/170                                          | 150                   |                                          |
| 7.                                                | <i>Aesculus hippocastanum</i> L.                | 1          | 110/330                                         | 160                   |                                          |
| Загальна кількість інтродуцентів – 7 шт.          |                                                 |            |                                                 |                       |                                          |
| Раївський парк                                    |                                                 |            |                                                 |                       |                                          |
| 1.                                                | <i>Pinus strobus</i> L.                         | 2          | 97,102/250,300                                  | 200                   | Маточні рослини                          |
| 2.                                                | <i>Larix decidua</i> Mill.                      | 5          | 78-99/240-300                                   | 140-150               |                                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 7 шт.  |                                                 |            |                                                 |                       |                                          |

Продовження таблиці 1

| Скала-Подільський парк                            |                                   |   |                 |         |                                          |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|---------|------------------------------------------|
| 1.                                                | <i>Pinus nigra</i> Arn.           | 2 | 97,103/300,320  | 150     | Маточні рослини                          |
| 2.                                                | <i>Pinus strobus</i> L.           | 1 | 84/260          | 105     |                                          |
| 3.                                                | <i>Catalpa speciosa</i> Ward.     | 1 | 56/170          | 120     | Культурно-просвітницьке, маточна рослина |
| 4.                                                | <i>Aesculus hippocastanum</i> L.  | 1 | 114/350         | 200     | Маточні рослини                          |
| 5.                                                | <i>Tilia heterophylla</i> Vent.   | 1 | 229/720         | 560     |                                          |
| 6.                                                | <i>Larix polonica</i> Racib.      | 1 | 113/350         | 155     | Культурно-просвітницьке, маточна рослина |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 7 шт.  |                                   |   |                 |         |                                          |
| Плотицький парк                                   |                                   |   |                 |         |                                          |
| 1.                                                | <i>Aesculus hippocastanum</i> L.  | 2 | 100,110/310,330 | 200     | Маточні рослини                          |
| 2.                                                | <i>Acer pseudoplatanus</i> L.     | 1 | 100/310         | 150     |                                          |
| 3.                                                | <i>Robinia pseudoacacia</i> L.    | 2 | 70,75/210,230   | 100     |                                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 5 шт.  |                                   |   |                 |         |                                          |
| Коропецький парк                                  |                                   |   |                 |         |                                          |
| 1.                                                | <i>Platanus acerifolia</i> Willd. | 2 | 130,132/400,410 | 210-260 | Культурно-просвітницьке, маточні рослини |
| 2.                                                | <i>Ginkgo biloba</i> L.           | 1 | 100/280         | 150     |                                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 3 шт.  |                                   |   |                 |         |                                          |
| Гримайлівський парк                               |                                   |   |                 |         |                                          |
| 1.                                                | <i>Acer pseudoplatanus</i> L.     | 1 | 120/370         | 180     | Маточні рослини                          |
| 2.                                                | <i>Tilia heterophylla</i> Vent.   | 1 | 150/430         | 250     |                                          |
| 3.                                                | <i>Aesculus hippocastanum</i> L.  | 1 | 110/340         | 200     |                                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 3 шт.  |                                   |   |                 |         |                                          |
| Залишки парку в с. Млиниська                      |                                   |   |                 |         |                                          |
| 1.                                                | <i>Pinus strobus</i> L.           | 2 | 80,90/244,290   | 100     | Маточна рослина                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 2 шт.  |                                   |   |                 |         |                                          |
| Загальна кількість вікових інтродуцентів – 47 шт. |                                   |   |                 |         |                                          |

Наступним за кількістю унікальних дерев є Раївський парк (с. Рай Бережанського р-ну) – парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення, на території якого росте 23 вікових дерева (сім видів та один культивар *Fagus sylvatica* L. 'Atropunicea' West.), сім з яких – інтродуценти. Парк закладений у 1760 р. (Cherniak et al., 2014). Гордістю парку є його старожил – 850-річний дуб Богдана Хмельницького (за легендою, український гетьман відпочивав поблизу нього під час походу на Львів у 1648 р. (Cherniak, 2004, Shnaider, Boreiko, & Stetsenko, 2011). Дуб Богдана Хмельницького знаходиться на стадії відмирання, його крона зазнала обрізки у 2001 р. (під охороною – місце зростання дуба). Окрім дуба Богдана Хмельницького на території Раївського парку виявлено ще дві ботанічні пам'ятки природи – Дуб «Велетень» і Дуб «Богатир».

Серед вікових дерев у досліджуваних парках можна виокремити найстаріше дерево *Tilia heterophylla* Vent. (720 см в обхваті, орієнтовний вік – 560 років), який знаходиться в Скала-Подільському парку і потребує заходів щодо консервації. Загалом у Скала-Подільському парку знаходиться 13 віко-

вих дерев, які представлені дев'ятьма видами та одним культиваром (*Fagus sylvatica* L. 'Atropunicea' West.), з них сім дерев є інтродуцентами.

У Заліщицькому парку-пам'ятці садово-паркового мистецтва місцевого значення виявлено 12 вікових дерев, п'ять з яких є аборигенними видами. Парк розташований у м. Заліщики, заснований наприкінці XIX ст. на лівому терасовому березі р. Дністер (Shnaider, Boreiko, & Stetsenko, 2011, Cherniak et al., 2014). У парку знаходиться дві ботанічні пам'ятки природи – Дуб «Над Дністром» і Гінкго Ігнатія Браницького (рис. 1-2).

Вікові інтродуценти на інших дослідних об'єктах представлені в меншій кількості, проте вони відіграють важливу роль у ландшафтно-планувальній композиції парків.

Біометричні показники, розподіл за віковою категорією, оцінка санітарного та естетичного стану ботанічних пам'яток природи парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Тернопільщини наведено у табл. 2.

Потрібно звернути увагу на категорію стану Дуба Богдана Хмельницького (VI), який перебуває на стадії відмирання. Дещо у кращому стані знахо-

диться Дуб «Велетень» (III категорія), а найкращим станом серед цих вікових дерев відзначаються Дуб «Богатир», Дуб «Над Дністром» і Гінкго Ігнатія Браницького (II категорія).

Ботанічні пам'ятки за віковими категоріями можна поділити на вікові (одне дерево – Гінкго Ігнатія Браницького) та багатовікові (чотири дерева); за категоріями стану – II (три дерева), III (одне дерево – Дуб «Велетень»), VI (одне дерево – Дуб Богдана Хмельницького).

На основі здійсненої оцінки санітарного стану ботанічних пам'яток природи пропонуємо низку організаційних, оздоровчих і технологічних заходів щодо їх збереження: а) створити карту геопрос-

торового розташування вікових дерев, пов'язану із комп'ютерною базою даних з фіксуванням усіх щорічних змін, які стосуються вікових дерев; б) здійснити організаційні заходи з метою зменшення рекреаційного навантаження в межах площі проєкції крони (встановлення огорожі для повного обмеження доступу відпочиваючих до дерева (Дуб Богдана Хмельницького, Дуб «Велетень», Дуб «Богатир», Дуб «Над Дністром»); в) встановити інформаційні іменні таблички (Дуб «Велетень» та Дуб «Над Дністром»); провести лікувальні заходи щодо уражених хворобами вікових дерев за сучасними екологічно обґрунтованими технологіями, у т. ч. і методами арбористики.



Рис. 1. Загальний вигляд Гінкго Ігнатія Браницького (фото 2017 р.)



Рис. 2. Загальний вигляд Дуба «Над Дністром» (фото 2017 р.)

Таблиця 2

### Характеристика ботанічних пам'яток природи

| № з.п.                  | Назва ботанічної пам'ятки природи | Площа пам'ятки природи, га | Висота, м | Діаметр стовбура на висоті 1,3 м, см | Приблизний вік, років/вікова категорія | Категорія стану | Оцінка естетичного стану, бал | Примітка                               |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Раївський парк</b>   |                                   |                            |           |                                      |                                        |                 |                               |                                        |
| 1                       | Дуб Богдана Хмельницького         | 0,04                       | 13        | 244                                  | 850 / Б                                | VI              | 6                             | Збереження місця зростання             |
| 2                       | Дуб «Велетень»                    | 0,02                       | 23,5      | 200                                  | понад 500 / Б                          | III             | 4                             | Стовбурова гниль, пошкодження верхівки |
| 3                       | Дуб «Богатир»                     | 0,02                       | 29        | 190                                  | понад 500 / Б                          | II              | 4                             | Стовбурова гниль                       |
| <b>Заліщицький парк</b> |                                   |                            |           |                                      |                                        |                 |                               |                                        |
| 4                       | Дуб «Над Дністром»                | 0,07                       | 24        | 200                                  | 550 / Б                                | II              | 3                             | Стовбурова гниль                       |
| 5                       | Гінкго Ігнатія Браницького        | 0,04                       | 20        | 120                                  | 185 / В                                | II              | 3                             | –                                      |

Примітка. В – вікові; Б – багатовікові

Під час проведення інвентаризаційних досліджень нами виявлено дерева-інтродуценти, які можуть бути рекомендовані до заповідання. Зокрема, дерево бундука канадського (*Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch) з приблизним віком 130 років (рис. 3) і софори японської (*Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula') з приблизним віком 150 років (рис. 4), які ростуть у Заліщицькому парку. Коротку характеристику цих дерев наводимо у табл. 3.

Бундук канадський (*Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch) росте у північно-західній частині Заліщицького парку, неподалік р. Дністер, софора япон-

ська (*Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula') – у північній частині Заліщицького парку. Під час обстеження бундука канадського виявлено вегетативне природне поновлення (кореневі паростки 1-5-річного віку, які знаходяться в межах проекції крони), що може свідчити про успішну акліматизацію цього виду в дослідному регіоні. Природного поновлення софори японської не виявлено, проте, оскільки це дерево має змієподібну форму гілок і представляє цінність для садово-паркового будівництва, то його живці передано в лабораторію для проведення клонального мікророзмноження.

Таблиця 3

## Характеристика дерев, рекомендованих до надання заповідного статусу

| № з.п. | Назва виду чи культивару                    | Місцезнаходження, № GPS | Висота, м | Діаметр стовбура на висоті 1,3 м, см | Приблизний вік, років/ вікова категорія | Категорія стану | Оцінка естетичного стану, бал | Примітка            |
|--------|---------------------------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|
| 1      | <i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) C. Koch.    | 283                     | 27        | 98                                   | 130 / В                                 | I               | 2                             | Природне поновлення |
| 2      | <i>Styphnolobium japonicum</i> L. 'Pendula' | 85                      | 8         | 64                                   | 150 / В                                 | II              | 4                             | Стовбурова гниль    |

Примітка. В – вікові; Б – багатовікові



Рис. 3. Загальний вигляд вікового екземпляру *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula' (фото 2017 р.)

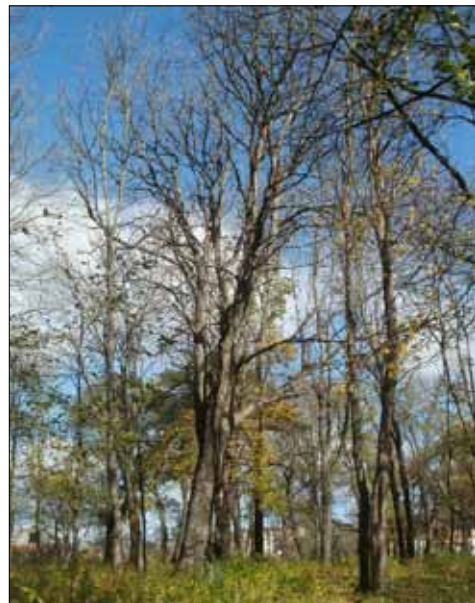


Рис. 4. Загальний вигляд вікового екземпляру *Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch (фото 2017 р.)

Аналізуючи ретроспективний розвиток паркової території, можна стверджувати, що виявлені дерева є одними з останніх унікальних дерев, які залишились від часів створення парку. Вони мають біологічну, наукову, історико-культурну і естетичну цінність, пов'язану зі значним віком та видовою рідкістю. Представлені дерева є

деревами-старожилами, свідками минулого, рідкісними інтродуцентами, що добре адаптувалися в умовах Поділля, пам'ятками історії розвитку садово-паркового мистецтва. Зважаючи на це, вказані дерева доцільно взяти під охорону держави на правах ботанічних пам'яток природи місцевого значення.

Вікові дерева, які ростуть на території парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Тернопільщини, є його безцінним надбанням, історичною і культурною спадщиною, пам'ятками природи, тому доцільно вжити заходів з метою їх збереження та покращення санітарного стану.

**Висновки.** Вікові дерева в парках-пам'ятках садово-паркового мистецтва Тернопільщини представлені 30 видами та двома культиварами (*Fagus sylvatica* L. 'Atropunicea' West. і *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula'), більшість з яких (24 види) відносяться до відділу покритонасінних. Вікові особини деревних інтродуцентів виявлено на території восьми парків (Більче-Золотецького, Заліщицького, Раївського, Скала-Подільського, Плотницького, Коропецького, Гримайлівського парків та в залишках парку в с. Млиниська).

Станом на 1.01.2018 р. у Тернопільській обл. охороняється 295 ботанічних пам'яток природи, з них чотири – загальнодержавного та 291 – місцевого значення. Серед ботанічних пам'яток природи місцевого значення виділено 109 вікових дерев та 33 екзотичні дерева (інтродуценти). Території п'яти ботанічних пам'яток природи місцевого значення входять до складу територій парків-пам'яток садово-паркового мистецтва – Раївського та Заліщицького.

Упродовж інвентаризаційних досліджень проведено комплексне оцінювання п'яти вікових дерев, які мають статус ботанічних пам'яток природи (вікові дерева, що мають вагоме культурне, історичне значення та повний заповідний режим) і ростуть у Раївському і Заліщицькому парках, охарактеризовано санітарний стан та визначено їхні таксаційно-біометричні показники.

Виявлено вікові дерева-інтродуценти *Gymnocladus dioica* (L.) C. Koch віком 130 років та *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula' віком 150 років, які за своєю біологічною, науковою, історико-культурною і естетичною цінністю можуть бути рекомендовані до заповідання.

За результатами оцінки санітарного та естетичного стану визначних дерев запропоновано низку організаційних і технологічних заходів щодо їх лікування та збереження (створення карти геопросторового розташування вікових дерев, здійснення організаційних заходів з метою зменшення рекреаційного навантаження в межах площі проєкції крони, встановлення інформаційних іменних табличок, проведення лікувальних заходів щодо уражених хворобами вікових дерев за сучасними екологічно обґрунтованими технологіями, у т. ч. і методами арбористики).

### Бібліографічні посилання

- Bidolakh, D. I., & Kuzjovych, V. S. (2016). Modern Methods of Greenery Inventory and Comprehensive Assessment of Landscape-Planning Structure of the Park-Sanatorium "Cherche". *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 26.3, 42-48 (in Ukrainian).
- Boreiko, V. E. (2001). *Protection of ancient trees*. Kyiv: Kyiv ecological and cultural center (in Russian).
- Cherniak, V. M. (2004). *Cultivated Volyno-Podillia Dendroflora, prospects for its use and enrichment*. Ternopil: Ternopil national pedagogical university (in Ukrainian).
- Cherniak, V. M., Synytsia, H. B., & Piatkivskyi I. O. (2014). *Unique pearls of nature of Ternopil region*. Ternopil: Educational book – Bogdan (in Ukrainian).
- Dudyn, R. B. (2001). The oldest trees of the old parks. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 11.4, 29-32 (in Ukrainian).
- Galkin, S. I., Dragan, N. V., & Doiko N. M. (2013). Experience of the conservation of ancient trees and historical compositions in arboretum Olexandria of the NAS of Ukraine. *Plant introduction*, 4, 42-50 (in Ukrainian).
- Instruction on the inventory of green plantations in settlements of Ukraine (2001). Approved by the order of the Ministry of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of 24.12.2001, № 226 (in Ukrainian).
- Kushnir, A. I., Gryzerczyk, W., & Suchanova, O. A. (2010). The newest technologies of maintenance of trees-veterans in Europe. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 21.16, 240-245 (in Ukrainian).
- Nakropin, O. (1883). Remarkable ancient large trees in the Crimea. *Herald of gardening, fruit growing and gardening*, 6, 272-275 (in Russian).
- Oleksiichenko, N. O., & Gatalska, N. V. (2013). *Introduents of park-monuments of garden art of the Central highland area of Dnipro river*. P. 2. Kyiv: Kompyrnt (in Ukrainian).
- Oleksiichenko, N. O., Gatalska, N. V., & Krachkovska, M. V. (2015). *Retrospective analysis of the formation and development of the territory of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. Bila Tserkva: Pshonkovsky (in Ukrainian).
- Oleksiichenko, N. O., Sovakova, M. O., Sovakov, O. V., Kitaiev, O. I., & Sliusar, S. I. (2013). *Species of the genus Tilia L. in plantations of the city of Kyiv*. Kyiv: Kompyrnt (in Ukrainian).
- On the Nature Reserve Fund of Ukraine: Law of Ukraine dated June 16, 1992 // *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine* (1992), № 34 (in Ukrainian).
- Sanitary rules in forests of Ukraine: Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 21 March 2012, № 136 (in Ukrainian).
- Shlapak, V. P., Muzyka, G. I., Vitenko, V. A., & Mar-no, L. I. (2011). The biometric characteristics of fage-long woody plants in the Dendrological Park "Sofiyivka" end category distribution of them. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 21.5, 8-15 (in Ukrainian).
- Shlapak, V. P., Myzuka, G. I., Vitenko, V. A., Mar-no, L. I., & Gonchar, N. O. (2010). The evaluation methods of aesthetic conditions of the age-old plantations of trees in the national dendrological park "Sofiyivka" NAS of Ukraine. *Scientific bulletin of the*

*Ukrainian National Forestry University*, 20.6, 8-13 (in Ukrainian).

Shnaider S. L., Boreiko V. E., & Stetsenko N. F. (2011). *500 exceptional trees of Ukraine*. Kiev: Kiev Ecological Cultural Center, State Service of the Reserve Ministry of Natural Resources of Ukraine (in Russian).

Trysnyuk, T. V. (2014). The history of the nature conservancy in the Ternopil region. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 24.1, 131-135 (in Ukrainian).

## Вековые деревья парков-памятников садово-паркового искусства Тернопольщины

Н. А. Алексейченко<sup>1</sup>, С. М. Пидховна<sup>2</sup>

Парки-памятники садово-паркового искусства в современной жизни играют роль живых свидетелей многовековых традиций. Важной задачей парков-памятников садово-паркового искусства является сохранение на их территориях природных и искусственных парковых ландшафтов, памятников культурного наследия, ценных интродуцентов и вековых деревьев. Выявление последних, определение их санитарного и эстетического состояния является важным критерием при комплексной оценке территории для разработки проектов содержания и рационального использования парков-памятников садово-паркового искусства.

Объектом исследования были вековые деревья парков-памятников садово-паркового искусства Тернопольской области. Предмет исследования – санитарное и эстетическое состояние возрастных уникальных деревьев парков-памятников садово-паркового искусства.

Цель исследований заключалась в оценке санитарного и эстетического состояния возрастных уникальных деревьев парков-памятников садово-паркового искусства Тернопольщины и разработка природоохранных рекомендаций по их сохранению.

Вековые деревья в парках-памятниках садово-паркового искусства Тернопольщины представлены 30 видами и двумя культиварами (*Fagus sylvatica*

L. 'Atropunicea' West. i *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula'), большинство из которых (24 вида) относятся к отделу покрытосеменных. Возрастные особи древесных интродуцентов обнаружено на территории восьми парков (Бильче-Золотецкого, Залещицкого, Раевского, Скала-Подольского, Плотницкого, Коропецкого, Гримайловского и в остатках парка в с. Млыниска).

В течение инвентаризационных исследований проведено комплексное оценивание пяти вековых деревьев, которые имеют статус ботанических памятников природы (вековые деревья, имеющие важное культурное, историческое значение и полный заповедный режим) и растут в Раевском и Залищицком парках, охарактеризованы санитарное состояние, определены их таксационно-биометрические показатели.

На указанных объектах обнаружены вековые деревья-интродуценты – бундук канадский (*Gymnocladus dioica* (L.) C. Koch) возрастом 130 лет и софора японская (*Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula') возрастом 150 лет. Анализируя ретроспективное развитие парковой территории, можно утверждать, что обнаруженные деревья являются одними из последних уникальных экземпляров, оставшихся со времен создания парка. Они имеют биологическую, научную, историко-культурную и эстетическую ценность, связанную со значительным возрастом и видовой редкостью. Учитывая это, указанные деревья целесообразно взять под охрану государства на правах ботанических памятников природы местного значения.

По результатам оценки санитарного и эстетического состояния выдающихся деревьев, предложен ряд организационных и технологических мероприятий по их лечению, сохранению и рациональному использованию (создание карт геопространственного расположения вековых деревьев, проведение организационных мероприятий с целью уменьшения рекреационной нагрузки в пределах площади проекции кроны, установление информационных именных табличек, проведения лечебных мероприятий пораженных болезнями вековых деревьев по современным экологически обоснованным технологиями, в т. ч. и методами арбористики).

**Ключевые слова:** интродуценты; инвентаризация; ботанический памятник природы; парки-памятники; заповедные объекты; санитарное и эстетическое состояние.

<sup>1</sup> Алексейченко Надежда Александровна – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-227-82-96, +38-098-330-22-78. E-mail: nadiaolex@ukr.net

<sup>2</sup> Пидховна Светлана Михайловна – аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-227-82-96, +38-097-646-72-89. E-mail: pidkhovna\_s@ukr.net

## The old-age trees of the parks-monuments as park and garden art objects a in Ternopil region

N. Oleksiichenko<sup>1</sup>, S. Pidkhovna<sup>2</sup>

Parks-monuments of garden art play in the modern life the role of living witnesses of centuries-old traditions. An important task facing parks, memorials of garden and park art objects, is the preservation of natural and artificial park landscapes, monuments of cultural heritage, valuable introduced and old-age trees on their territories. Detection of the latter, determining their vital and sanitary condition is an important criterion in the complex assessment of the territory for the development of projects for the maintenance and rational use of park-monuments of garden art.

The object of the research was the age-old trees of the monuments park-park art of Ternopil region. The subject of research – the vital and aesthetic state of the old-age unique trees in park-monuments of garden art.

The purpose of the research was to assess the vital and aesthetic state of the unique trees of the park-monuments of landscape architecture of the Ternopil region and to develop the recommendations for their preservation.

The old-age trees in the park-monuments of landscape garden art of the Ternopil region are represented by 30 species and two cultivars (*Fagus sylvatica* L. 'Atropunicea' West. i *Stypholobium*

*japonicum* Schott. 'Pendula'), most of which (24 species) belong to the Department of Angiospermae. The old-age introducents were found on the territory of eight parks (Bilche-Zolotetskiy, Zalishechyskiy, Raivskiy, Skala-Podilskiy, Plotytskiy, Koropetskiy, Hrymailivskiy parks and in the remains of the park in Mlynysky village).

During inventory studies a comprehensive assessment of five old-age trees that have the status of botanical monuments of nature (old-age trees with significant cultural and historic significance and strict conservation regimes) has been carried out and are growing in the Rayivskiy and Zalishechyskiy parks, the sanitary condition has been characterized and their taxonomic and biometric indices.

On these objects, old-age trees-introducents (*Gymnocladus dioica* (L.) C. Koch) – 130 years old and *Stypholobium japonicum* Schott. 'Pendula' – age 150 years old) have been identified. Analyzing the retrospective development of the park area, it can be argued that the trees discovered are among the last unique trees that have survived since the creation of the park and have a biological, scientific, historical, cultural and aesthetic value associated with a significant age and species rarity. It is expedient to take night natural monuments of local importance under the state protection.

According to the results of the assessment of the vital and aesthetic state of the prominent trees, a number of organizational and technological measures for their treatment, conservation and rational use have been proposed (creation of the map of the geospatial location of the trees, the organization of measures to reduce the recreational pressure within the area of the projection of the crown, the establishment of information nameplates, carrying out of sanitary measures on diseases affected by age trees on the basis of modern ecologically sound technologies, incl. and methods of arborescence).

**Key words:** introducents; inventory; botanical monument of nature; parks-monuments; protected objects; sanitary and aesthetic condition.

<sup>1</sup> Nadiia Oleksiichenko – full Member of the Ukrainian Academy of Forest Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Landscape Architecture and Park-Gardening Construction of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-227-82-96, +38-098-330-22-78. E-mail: nadiaolex@ukr.net

<sup>2</sup> Svitlana Pidkhovna – aspirant of the Department of Landscape Architecture and Park-Gardening Construction of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-227-82-96, +38-097-646-72-89. E-mail: pidkhovna\_s@ukr.net

### 3. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ І ГЕНЕТИКА



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411806>  
Article received 2018.03.10  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Iurii Debryniuk  
[debrynuk\\_ju@ukr.net](mailto:debrynuk_ju@ukr.net)

General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630\*232 : 630\*5

#### Модрина та ялиця в штучних насадженнях Прикарпаття і Карпат: лісівничо-таксаційна характеристика та особливості росту

Ю. М. Дебрінюк<sup>1</sup>

Встановлено основні технологічні елементи створення модриново-ялицевих культур, здійснено порівняння середніх таксаційних показників *Larix L.*, *Abies alba Mill.*, *Picea abies [L.] Karst.* у штучних насадженнях – висоти, діаметра та об'єму середнього дерева в умовах вологих букових та грабово-букових яличин і суяличин, а також ялицевих дібров. Встановлено, що створення лісових культур за участю модрини та ялиці є перспективним напрямком формування високопродуктивних багатоярусних і стійких лісових фітоценозів.

Насадження за участю ялиці та модрини відзначаються високими таксаційними показниками та значними запасами стовбурової деревини, де темнохвойна порода відіграє роль підгону, а модрина формує повнодеревні стовбури, зростаючи у пристигаючих насадженнях за I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> класами бонітету. Модрина, при цьому, завжди має перевагу над ялицею за висотою, що дає їй змогу успішно рости в модриново-ялицевих деревостанах.

У молодих насадженнях 30-35-річного віку модрина, при сумісному зростанні з ялицею, а також з ялиною має перевагу за висотою в межах 20-25 %, за діаметром – 25-30 %, за об'ємом середнього дерева – в два рази. У насадженнях 41-50-річного віку модрина має перевагу над ялицею за висотою на 10-20 %, хоча в окремих випадках може відставати в рості за діаметром.

Аналіз ходу росту показує, що до 30-річного віку найвищою інтенсивністю росту за висотою та діаметром характеризуються модрина та ялина, тоді як ялиця починає формувати значні прирости, як за висотою так і за діаметром, після 30-40-річного віку.

Під час формування високопродуктивних та стійких ялиново-модриново-ялицевих насаджень лісокультурними і лісівничими заходами необхідно забезпечити участь модрини в їх складі в межах 30-40 %.

Встановлено доцільність створення часткових культур модрини методом висаджування породи окремими рядами чи біогрупами серед природного поновлення корінних порід – бука та ялиці.

**Ключові слова:** лісові культури; середні висота та діаметр; запас стовбурової деревини; *Larix L.*; *Abies alba Mill.*; *Picea abies [L.] Karst.*

<sup>1</sup> Дебрінюк Юрій Михайлович – дійсний член Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: [debrynuk\\_ju@ukr.net](mailto:debrynuk_ju@ukr.net)

**Вступ.** Ялиця біла (*Abies alba* Mill.) у західному регіоні України поширена в основному в Прикарпатті та Зовнішніх Карпатах. У межах природного ареалу вид формує високопродуктивні, переважно мішані насадження (Gensiruk, Shevchenko, & Bondar, 1981). Виробничий досвід показує, що ялицю білу найкраще культивувати в мішаних насадженнях у свіжих і вологих ґрунтових і сугрунтових типах лісорослинних умов на висотах 500-900 м н.р.м. (Gerushynsky, 1996).

Е. Moser (1994) відносив ялицю до лісових порід, які екологічно стабілізують лісові ґрунти через освоєння глибоких ґрунтових горизонтів, регулювання водного режиму, підвищення вітростійкості деревостанів. На думку А. Shvydenko (1987), у свіжих і вологих яличинах та суяличинах ще на стадії проектування лісових культур потрібно передбачити формування на перспективу складних двоярусних деревостанів, де обидва яруси повинні бути представлені цінними головними породами.

Поряд з ялиною європейською (*Picea abies* (L.) Karst.) в ялицевих насадженнях трапляється інша цінна хвойна порода – модрина. Лісові культури за участю ялиці та модрини описані значно менше, ніж ялиново-ялицеві, що можна пояснити відносно невеликою територією, яка за своїми природно-кліматичними умовами є придатною для культивування мішаних насаджень із модрини та ялиці. Наукові роботи, в яких були б описані особливості росту і формування модриново-ялицевих насаджень, трапляються дуже рідко.

Модрина та ялиця в умовах Карпатського регіону є високопродуктивними та вітростійкими породами і формують деревостани не нижче І-І<sup>а</sup> класів бонітету. Модрина, в порівнянні з ялицею, швидше росте у висоту, досягаючи у 92-річному віці 37,2 м, а у 202-річному – 47,7 м (Fuchylo & Sbytina, 2012, Fuchylo, Karpuk, & Sbytina, 2016) і дещо повільніше – за діаметром. Хоча ялиця вважається більш повнодеревною породою, ніж модрина, проте за нагромадженням стовбурової деревини вони близькі між собою (Saban, 1972).

Культури світлолюбних порід з домішкою в другому ярусі ялиці найповніше використовують природно-кліматичний потенціал лісорослинних умов. При цьому формуються повнодеревні, добре очищені від сучків стовбури з максимальним виходом ділової деревини, забезпечуються високі водохоронні, ґрунтозахисні та естетичні властивості таких насаджень, досягається їхня висока стійкість проти шкідників, хвороб і несприятливих абіотичних чинників (Shvydenko, 1987).

Ялиця біла вважається добрим компонентом при сумісному зростанні з модриною. За V. Peshko (1965), ще А. Zislar (1904) та М. Shreiber (1921) зауважували, що в Австрії насадження модрини за участю ялиці відзначаються значно кращим ростом і продуктивністю, ніж за участю ялини. Дослідники пояснювали це сприятливим впливом ялиці на фізичні властивості ґрунтів. Сприятливий вплив ялиці на формування стовбурів модрини польської ще в

1938 р. відзначав С. Тишкевич. Ялиця відіграє роль підгону, сприятливо впливаючи на ріст модрини (Timofeev, 1954). Тому культури модрини повинні бути безсумнівно створені в домішці з ялицею або буком (Jedlinski, 1922). А. Shvydenko (1987) вважав ялицю неперевершеним підгоном для швидкорослих світлолюбних листяних та хвойних порід першого ярусу.

W. Jedlinski (1922), К. Maciejowski (1956), описуючи вирощування модрини в багатовидових деревостанах, вказували на бук та ялицю як на бажані домішки в модринових насадженнях. Невелика домішка ялиці та бука в модриновому деревостані найпевніше і найкраще уможлиблює вирощування, розвиток, забезпечує значну висоту та повнодеревність стовбура у модрини. Бокове затінення модрини ялицею та буком позитивно впливає на формування цінної модринової деревини, як і сусідство бука на ріст дуба, однак за умови вільного розвитку верхівки крони хвойної породи. Під впливом ялиці та бука *Larix decidua* var. *polonica* формує набагато рівніший і повнодеревніший стовбур зі слабо розвиненими кореневими лапами, ніж у мішаних з іншими породами насадженнях.

Для підвищення стійкості та продуктивності букових, ялицево-букових і смереково-ялицево-букових деревостанів у буковому і темнохвойно-буковому поясі Карпат доцільно створювати часткові культури з ялиці, модрини і смереки як доповнення до природного поновлення (Sabah, 1972). При цьому ялиця надає перевагу схилам північної експозиції, тоді як модрина – південної. Ялиця і модрина, хоча й відрізняються за біоекологічними властивостями, але характеризуються біологічною сумісністю під час зростання в мішаних деревостанах, взаємно доповнюючи одна одну (Shvydenko, 1987).

Найбільш високопродуктивні та стійкі насадження в зоні буково-ялицевих лісів утворює *Larix decidua* var. *polonica* та *Larix decidua* var. *sudetica*, а найкращими супутниками модрини в цьому районі є ялиця біла, ялина європейська і бук лісовий (Zhivitsky, 1968).

Для формування другого ярусу в модриновому насадженні під намет молодих 10-річних модринових культур, створених з розміщенням 4×1 м, доцільне введення ялиці білої (Bobersky, 1978). Під час створення лісових культур за деревно-тіньовим та деревно-тіньово-чагарниковим типами як головну породу другого ярусу доцільно використати тіневитривалу ялицю білу. Зростаючи разом із модриною, ялиця біла, не поступаючись своїм позитивним впливом на довкілля іншим підгінним тіневитривалим породам, має важливі переваги, які дають можливість отримувати за відносно короткі терміни два врожаї високоякісної деревини на одній площі (Shvydenko, 1987).

Отже, модрина та ялиця при сумісному зростанні в лісових насадженнях є взаємодоповнюючими деревними компонентами, формуючи високопродуктивні та стійкі лісові фітоценози. При цьому ялиця не лише позитивно впливає на лісо-

ві ґрунти, але й, утворюючи другий ярус, сприяє формуванню стовбурів модрина, підвищеному виходу ділової деревини. Тому ялицево-модринові та модриново-ялицеві насадження є одними з найпродуктивніших в умовах Прикарпаття та Карпат.

У зв'язку з вищенаведеним, *актуальним* є питання вивчення особливостей росту та нагромадження стовбурової деревини насадженнями модрина європейської за участю ялиці білої. Мішані пристигаючі та стиглі насадження за участю цих порід ще подекуди збереглися в Прикарпатті і Карпатах, відзначаючись високою продуктивністю та стійкістю.

**Об'єкти та методика досліджень.** Об'єкт дослідження – штучні насадження за участю *Abies alba* та видів роду *Larix* L. і супутніх порід. Предмет дослідження – лісівничо-таксаційні показники мішаних насаджень та особливості ходу росту головних порід.

**Мета досліджень** – встановити доцільність створення насаджень за участю ялиці та модрина, визначити особливості їх росту у мішаних насадженнях.

Досліджувані об'єкти знаходились на території лісового фонду державних підприємств «Самбірське ЛГ», «Старосамбірське ЛМГ», «Дрогобицьке ЛГ» та Надвірнянське ЛГ». Об'єктами досліджень були молоді, середньовікові та пристигаючі насадження штучного походження за участю модрина, ялиці, а також інших порід (дуба, ялини, бука, явора та ін.). Головними породами в них є ялиця біла, модрина європейська (*Larix decidua* Mill.), модрина широколистяна (*Larix eurolepis* H.), модрина Кемпфера (*Larix kaempferi* Carr.), ялина європейська

(*Picea abies* (L.) Karst.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.).

Досліджувані насадження є вдалими об'єктами для формулювання висновків, оскільки частина об'єктів досліджень характеризуються завершеним циклом лісокультурного виробництва.

Для вивчення лісівничо-таксаційних характеристик деревних порід у лісових культурах використані загальноприйняті методики лісівничо-таксаційних досліджень для лісівництва та лісової таксації (Grom, 2005, Girs, Manita, Myronjuk, Swingchuk, & Berezovsky, 2013, Miroshnikov, Trull, Ermakov, Dolsky, & Kostenko, 1980).

Тип лісорослинних умов і тип лісу визначали за апробованими методиками типологічних досліджень (Vorobiov & Ostapenko, 1979, Ostapenko & Tkach, 2002) з використанням напрацювань Z. Gerushynsky (1987). На основі характеристик складу та продуктивності деревного ярусу, складу підліску, трав'яного вкриття, типу ґрунту, уточнювали тип і підтип лісорослинних умов, а також тип лісу для кожної пробної ділянки (Gorshenyn & Buteyko, 1962).

Експериментальні матеріали статистично опрацьовано згідно з прийнятими рекомендаціями (Goroshko, Myklush, & Khomyuk, 2004, Dospekhov, 1979).

Під час статистичного опрацювання застосовували методи варіаційної статистики і пакет програм Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** Для вивчення лісівничо-таксаційних показників досліджуваних деревних видів були закладені пробні ділянки у насадженнях відповідного складу і типу лісу (табл. 1).

Таблиця 1

**Лісівничо-таксаційна характеристика штучних насаджень за участю модрина та ялиці в умовах Прикарпаття та Зовнішніх Карпат**

| Деревний вид                                                                                  | Висота, м | Діаметр, см | Густота, шт./га | Абсолютна повнота, м <sup>2</sup> /га | Запас, м <sup>3</sup> /га | Бонітет        | Початкова густота (шт./га); розміщення (м); схема змішування |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                             | 2         | 3           | 4               | 5                                     | 6                         | 7              | 8                                                            |
| <b>Вік насаджень – 31-40 років</b>                                                            |           |             |                 |                                       |                           |                |                                                              |
| Проба №5сс; Старосамбірське л-во; D <sub>3</sub> -д-бкЯц; 32 р.; 1Мдє9Яц + Дз, Бк, Ял, Чш, Лп |           |             |                 |                                       |                           |                |                                                              |
| <i>Abies alba</i>                                                                             | 16,3      | 20,5        | 923             | 30,54                                 | 310                       | I <sup>a</sup> |                                                              |
| <i>Larix decidua</i>                                                                          | 19,8      | 25,4        | 53              | 2,71                                  | 27                        | I <sup>c</sup> |                                                              |
| <i>Quercus robur</i>                                                                          | 16,3      | 19,1        | 40              | 1,14                                  | 10                        |                | не встановлено;                                              |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                        | 20,7      | 32,0        | 3               | 0,27                                  | 3                         |                | ширина міжрядь –                                             |
| <i>Picea abies</i>                                                                            | 18,0      | 19,0        | 7               | 0,19                                  | 2                         |                | 1,5-2,0 м                                                    |
| <i>Cerasus avium</i>                                                                          | 20,6      | 20,0        | 3               | 0,10                                  | 1                         |                |                                                              |
| <i>Tilia cordata</i>                                                                          | 20,3      | 22,0        | 3               | 0,13                                  | 1                         |                |                                                              |
| <b>Р а з о м</b>                                                                              |           |             | <b>1032</b>     | <b>35,08</b>                          | <b>354</b>                |                |                                                              |
| Проба №7с; Стрілківське л-во; D <sub>3</sub> -г-бкЯц; 35 р.; 8Яц2Ял + Мдє, Бк                 |           |             |                 |                                       |                           |                |                                                              |
| <i>Abies alba</i>                                                                             | 16,5      | 17,4        | 1344            | 32,00                                 | 285                       | I <sup>a</sup> | 5000; 2,0×1,0;                                               |
| <i>Picea abies</i>                                                                            | 17,8      | 18,2        | 272             | 7,07                                  | 64                        |                | чисті ряди Яц; Ял, Мд                                        |
| <i>Larix decidua</i>                                                                          | 22,4      | 24,6        | 33              | 1,57                                  | 16                        | I <sup>c</sup> | введені в ряди Яц під час                                    |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                        | 18,8      | 20,4        | 38              | 1,24                                  | 11                        |                | доповнення                                                   |
| <b>Р а з о м</b>                                                                              |           |             | <b>1687</b>     | <b>41,88</b>                          | <b>376</b>                |                |                                                              |

| 1                                                                                        | 2    | 3    | 4           | 5            | 6          | 7              | 8                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------|--------------|------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проба №4с; Стрілківське л-во; D <sub>3</sub> -г-бкЯц; 32 р.; 5Мдя1Яц3Ял1Пд               |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Larix kaempferi</i>                                                                   | 21,6 | 24,1 | 377         | 17,21        | 172        | I <sup>d</sup> | 4250; 2,0×1,5 (0,8);                                                                            |
| <i>Picea abies</i>                                                                       | 18,3 | 14,8 | 844         | 14,50        | 119        | I <sup>c</sup> | 0,8 м в рядах Ял і Пд;                                                                          |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 14,4 | 14,9 | 371         | 6,59         | 56         |                | 2р.Мдя 1р.Ял з Пд;                                                                              |
| <i>Pseudots. menz.</i>                                                                   | 20,2 | 20,8 | 169         | 5,74         | 40         | I <sup>d</sup> | Яц – природн. походж.                                                                           |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>1767</b> | <b>44,04</b> | <b>387</b> |                |                                                                                                 |
| <b>Вік насаджень – 41-50 років</b>                                                       |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| Проба №41а; Лішнянське л-во; D <sub>3</sub> - яцД; 46 р.; 1Мде6Яц2Дз1Гз                  |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 21,3 | 25,0 | 325         | 16,15        | 149        | I <sup>a</sup> | не встановлено;                                                                                 |
| <i>Quercus robur</i>                                                                     | 19,6 | 16,0 | 285         | 5,67         | 55         | I <sup>a</sup> | ~ 2-3×1-1,5 м;                                                                                  |
| <i>Larix decidua</i>                                                                     | 26,7 | 22,5 | 48          | 1,85         | 25         | I <sup>c</sup> | 3р.Д 1р.Яц;                                                                                     |
| <i>Carpinus betulus</i>                                                                  | 18,0 | 11,1 | 137         | 1,56         | 12         |                | Мде в рядах Дз                                                                                  |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>795</b>  | <b>25,23</b> | <b>241</b> |                |                                                                                                 |
| Проба №2д; Добромилське л-во; D <sub>3</sub> - яцД; 46 р.; 1Мде7Яц2Дз + Гз               |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 21,1 | 23,4 | 320         | 13,86        | 185        | I <sup>a</sup> | 7150; 2,0×0,7;                                                                                  |
| <i>Quercus robur</i>                                                                     | 17,8 | 15,1 | 283         | 5,46         | 51         | I              | 3р.Дз 1р.Яц;                                                                                    |
| <i>Larix decidua</i>                                                                     | 23,3 | 21,4 | 48          | 1,85         | 22         | I <sup>b</sup> | Мде в рядах Дз                                                                                  |
| <i>Carpinus betulus</i>                                                                  | 17,3 | 11,6 | 120         | 1,54         | 14         |                | через 20-25 його п.м.                                                                           |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>771</b>  | <b>22,71</b> | <b>272</b> |                |                                                                                                 |
| Проба №1с; Стрілківське л-во; D <sub>3</sub> -г-бкЯц; 46 р.; 1Мдг6Яц3Ял + Бк, Бп         |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 19,1 | 18,5 | 621         | 16,78        | 175        | I <sup>a</sup> | не встановлено;<br>ширина міжрядь 2,5 м;<br>рядов. спосіб зміш.; Ял, Бк,<br>Б – природ. походж. |
| <i>Picea abies</i>                                                                       | 16,5 | 14,8 | 632         | 10,23        | 102        |                |                                                                                                 |
| <i>Larix eurolepis</i>                                                                   | 26,5 | 40,2 | 10          | 1,27         | 18         | I <sup>c</sup> |                                                                                                 |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                   | 14,6 | 13,3 | 102         | 1,42         | 11         |                |                                                                                                 |
| <i>Betula pendula</i>                                                                    | 18,6 | 20,2 | 20          | 0,65         | 5          |                |                                                                                                 |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>1385</b> | <b>31,97</b> | <b>328</b> |                |                                                                                                 |
| <b>Вік насаджень – 61-70 років</b>                                                       |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| Проба №7сс; Старосамбірське л-во; С <sub>3</sub> -бкЯц; 70 р.; 2Мде5Яц2Ял1Сз + Бк        |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 24,8 | 33,4 | 189         | 16,54        | 211        |                | не встановлено;                                                                                 |
| <i>Picea abies</i>                                                                       | 15,5 | 21,9 | 211         | 7,95         | 94         |                | 3,0×1,0; Мде введена                                                                            |
| <i>Larix decidua</i>                                                                     | 25,6 | 41,1 | 58          | 7,75         | 88         | I <sup>a</sup> | чистим рядом;                                                                                   |
| <i>Pinus sylvestris</i>                                                                  | 26,4 | 51,5 | 28          | 5,79         | 69         | I <sup>a</sup> | Яц, Ял, С змішані в ряду                                                                        |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                   | 9,5  | 11,2 | 53          | 0,52         | 3          |                | ланками або окр. п.м.                                                                           |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>539</b>  | <b>38,55</b> | <b>465</b> |                |                                                                                                 |
| Проба №бсс; Старосамбірське л-во; С <sub>3</sub> -бкЯц; 70 р.; 3Мде5Яц1Сз1Ял + Бк        |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 21,2 | 30,8 | 346         | 25,75        | 297        |                | не встановлено;                                                                                 |
| <i>Larix decidua</i>                                                                     | 27,5 | 43,8 | 89          | 13,45        | 159        | I <sup>a</sup> | Мде, С – введені штучно,                                                                        |
| <i>Pinus sylvestris</i>                                                                  | 27,5 | 42,4 | 36          | 5,05         | 63         | I <sup>a</sup> | можливо, серед                                                                                  |
| <i>Picea abies</i>                                                                       | 21,2 | 25,2 | 86          | 4,28         | 46         |                | природного відновлення                                                                          |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                   | 9,5  | 13,0 | 21          | 0,28         | 1          |                | ялиці                                                                                           |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>578</b>  | <b>48,81</b> | <b>566</b> |                |                                                                                                 |
| <b>Вік насаджень – 71-80 років</b>                                                       |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| Проба №3сс; Старосамбірське л-во; С <sub>3</sub> -г-бкЯц; 80 р.; 8Мде1Яц1Сз + Дз, Бк, Гз |      |      |             |              |            |                |                                                                                                 |
| <i>Larix decidua</i>                                                                     | 27,9 | 32,1 | 328         | 26,51        | 359        | I <sup>a</sup> |                                                                                                 |
| <i>Abies alba</i>                                                                        | 12,8 | 19,2 | 210         | 6,07         | 50         |                | 3300; 3,0×1,0;                                                                                  |
| <i>Pinus sylvestris</i>                                                                  | 28,5 | 42,6 | 17          | 2,47         | 31         |                | Мде рядами;                                                                                     |
| <i>Quercus robur</i>                                                                     | 18,7 | 22,9 | 63          | 2,61         | 27         |                | в ряди Мде спорадично                                                                           |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                   | 15,6 | 18,3 | 14          | 0,38         | 3          |                | вводили сосну та дуб                                                                            |
| <i>Carpinus betulus</i>                                                                  | 20,4 | 26,7 | 6           | 0,32         | 3          |                |                                                                                                 |
| <b>Р а з о м</b>                                                                         |      |      | <b>638</b>  | <b>38,36</b> | <b>473</b> |                |                                                                                                 |

Продовження таблиці 1

| 1                                                                                 | 2    | 3    | 4          | 5           | 6          | 7              | 8                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------------|-------------|------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вік насаджень – 81-90 років                                                       |      |      |            |             |            |                |                                                                                           |
| Проба №6н; Надвірнянське л-во; D <sub>3</sub> -г-яцБк; 85 р.; 3Мдє5Яц2Бк + Гз, Ял |      |      |            |             |            |                |                                                                                           |
| <i>Abies alba</i>                                                                 | 27,7 | 37,8 | 204        | 22,92       | 310        |                | Мдє вводили окремими рядами, а також біогрупами серед природного поновлення бука та ялиці |
| <i>Larix decidua</i>                                                              | 33,2 | 49,4 | 54         | 10,33       | 168        | I <sup>b</sup> |                                                                                           |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                            | 19,2 | 16,4 | 379        | 8,01        | 87         |                |                                                                                           |
| <i>Picea abies</i>                                                                | 28,1 | 25,2 | 4          | 0,22        | 3          |                |                                                                                           |
| <i>Carpinus betulus</i>                                                           | 17,0 | 21,3 | 9          | 0,32        | 3          |                |                                                                                           |
| <b>Р а з о м</b>                                                                  |      |      | <b>650</b> | <b>41,8</b> | <b>571</b> |                |                                                                                           |

Переважаючою породою у молодих культурах (проба №5сс) є ялиця, яка росте за високим класом бонітету. За показником середньої висоти ялиця відстає практично від усіх порід, що дає їй змогу добре виконувати підгінну роль. Із штучно введених видів найкраще росте модрина європейська, яка має перевагу над іншими породами за висотою на 18, а за діаметром – на 17-20%. Хоча за кількістю дерев модрина займає незначну частку в насадженні (5%), однак її участь за запасом становить 10%. Загалом насадження формує досить значний запас стовбурової деревини.

У насадженні вологої грабово-букової яличини (проба №7с) ростуть три хвойних види. Як і в попередньому прикладі, перевага в складі насадження належить ялиці, а участь модрини становить лише 4%, хоча саме вона і відзначається найвищою середньою висотою. Якщо середні висоти ялини та ялиці в насадженні є подібними, то перевага модрини за цим показником складає 21-26%. Приблизно таку ж перевагу модрина має за діаметром (на 26-29%), а за об'ємом середнього дерева модрина випереджує ялицю та ялину в 2,1-2,3 рази. При цьому модрину вводили безпосередньо в ряди ялиці під час доповнення, однак це не вплинуло на інтенсивність росту світлохвойного виду.

Аналіз середніх таксаційних показників чотирьох хвойних видів, які ростуть у межах одного насадження (проба №4с) показує наступне. За висотою модрина випереджає всі породи, однак ця перевага є не дуже значною (6-15%), окрім ялиці (33%). Суттєва перевага модрини за висотою пояснюється природним походженням ялиці, яка представлена в насадженні різновіковими екземплярами.

Перевага за діаметром у модрини над іншими хвойними суттєвіша: над дугласією – 14%, на ялиною і ялицею – 39%. Проте всі породи займають стійке положення в насадженні, ростуть за високими класами бонітету і нагромаджують значний запас стовбурової деревини. Потрібно відзначити, що дугласія практично не відстає від модрини за показником середньої висоти.

Аналіз ходу росту модрини Кемпфера на пробі №4с свідчать про швидкий ріст виду за висотою та діаметром. Висотний приріст має деяку тенденцію до зниження після 25-річного віку. Зниження приросту за діаметром спостерігається вже після 15-ти і помітніше – після 20-ти років, тоді як тенденція

до зниження об'ємного приросту спостерігається після 30-річного віку.

Поточний та середній прирости породи за висотою максимальних значень досягають у 10-річному віці. Після вказаного періоду спостерігається деяке зниження приростів (проміжок 10-15 років), а після 30-річного віку – повторне зниження висотних приростів.

Поточний та середній прирости за діаметром у модрини спадають, починаючи з 15-річного віку. Прирости за об'ємом із збільшенням віку зростають, хоча незначне зниження показників  $Z_c^v$  та  $Z_n^v$  зафіксовано вже після 20-річного віку. Модрина росте за дуже високим класом бонітету і відіграє основну роль у формуванні запасу стовбурової деревини, який для даного віку є досить високим (близько 400 м<sup>3</sup>/га).

Сумісний ріст модрини з ялицею досліджено і в насадженнях 41-50-річного віку (див. табл. 1). Так, в умовах вологої ялицевої діброви (проба №41а) перевага у складі насадження належить ялиці, яка суттєво випереджає дуб за діаметром (на 36%) і менше – за висотою (на 9%). Насадження створювали з перевагою дуба, в ряди якого вводили окремими садивними місцями (можливо – під час доповнення) модрину. На час дослідження участь дуба в складі насадження становить лише 20%, модрини – 10%. Модрина в насадженні добре асоціює з переважаючою тут ялицею білою, однак відстає від неї за показником середнього діаметра (на 10%). Проте модрина має перевагу над ялицею за висотою (на 20%), що дало їй змогу зайняти стійке положення в складі дубово-ялицевого деревостану. Підгінна роль ялиці проявилася у формуванні повнодеревних і дуже добре очищених від сучків стовбурів у всіх деревних видів. Прорідження вплинуло як на зниження повноти насадження, так і на суттєве зменшення запасу стовбурової деревини.

Насадження такого ж віку і подібного складу (проба №2д) нагромадило дещо більший запас стовбурової деревини (на 11%) порівняно з попереднім. Модрина і ялиця знаходяться в одному ярусі, а незначна перевага світлохвойної породи за висотою (на 10%) пояснюється вибиранням кращих екземплярів модрини. Ця ж причина зумовила і відставання модрини від ялиці за діаметром (на 9%).

Помітне відставання дуба за середніми висотою та діаметром від хвойних порід зумовлено конку-

ренцією з боку модрина, яку було введено в його ряди. Вибірання значної кількості модрина, вірогідно, позитивно вплине на збільшення інтенсивності росту листяної породи.

Ще вищий запас стовбурової деревини нагромадило насадження за участю ялини, ялиці та модрина гібридної (за перевагою ознак модрина європейської), де остання має значну перевагу за таксаційними показниками над іншими видами (проба № 1с). Так, перевага модрина за висотою над ялицею та ялиною становить 28-38%, а за діаметром – більше, ніж 100%. При цьому незначна кількість дерев модрина практично не може виявити негативного впливу на інші породи, формуючи високий перший ярус насадження. Збільшення участі модрина в складі шляхом введення окремих рядів породи сприяло би дуже високому запасу стовбурової деревини в модриново-ялиново-ялицевому насадженні.

У дослідженому 70-річному насадженні модрину вводили окремим чистим рядом (проба № 7сс). Участь її в складі насадження невелика, перевага за висотою над сосною та ялицею незначна (3-6%), проте перевага за діаметром дуже суттєва (20-35%). Запас стовбурової деревини насадження на час дослідження досить високий, незважаючи на проведення прохідних рубок.

Іншим прикладом сумісного зростання ялиці, модрина, сосни та ялини є насадження, де закладено пробну ділянку № 6сс. Штучно введеними тут є лише модрина і сосна, тоді як ялиця і ялина мають природне походження. В дослідженому насадженні сосна і модрина відзначаються подібною висотою, переважаючи за цим показником ялицю та ялину на 23%. Суттєвіша перевага сосни і модрина за діаметром – на 30-42%.

Темнохвойні породи утворюють практично другий ярус насадження, сприяючи таким чином доброму формуванню стовбурів модрина і сосни. При цьому модрина, займаючи лише 15% за кількістю стовбурів, займає 30% за запасом стовбурової деревини. Із досліджених нами насаджень, саме це насадження найпродуктивніше, незважаючи на інтенсивне проведення рубок догляду.

На території Старосамбірського лісництва досліджено 80-річне насадження модрина європейської за участю сосни та ялиці (проба № 3сс). Ялиця природного походження утворює другий, частково – третій яруси. Сосну в ряди модрина вводили під час доповнення і вона має певну перевагу над модриною як за висотою (на 3%), так і за діаметром (на 25%). Відставання модрина за діаметром зумовлене, насамперед, вибиранням найбільших екземплярів модрина під комерційні замовлення.

Високим запасом деревини відзначається насадження, де закладено пробу № 6н. Домінує в насадженні ялиця як за запасом, так і за кількістю дерев. Бук і ялиця природного походження, про що свідчить наявність особин різного віку і розміру. На відміну від них, значно менше екземплярів модрина, які майже не відрізняються за висотою і мають невисоку варіабельність за діаметром. Деревя модрина

рівномірно розміщені по площі насадження, навіть простежуються окремі ряди. Ялиця відіграє важливу підгінну роль для модрина, внаслідок чого остання формує дуже високі повнодеревні стовбури.

За висотою світлолюбна модрина має перевагу над темнохвойною ялицею (на 17%), що дає змогу добре співіснувати двом породам в межах одного насадження. Помітнішу перевагу має модрина над ялицею за діаметром (на 24%). Проте потрібно відзначити, що це явище зумовлене, насамперед, різновіковістю дерев ялиці; окремі екземпляри виду за висотою та діаметром незначно поступаються модрині.

Варто відзначити, що насадження, де закладені проби № 6н, 3сс, 6сс, 7сс та ін., знаходяться у вологих типах лісорослинних умов, однак модрина європейська відзначається високою стійкістю та продуктивністю (I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> класи бонітету). Для 70-85-річного віку це досить високий показник.

Окрім модриново-ялицевих насаджень, також досліджено лісничо-таксаційні показники ялиці в мішаних і чистих насадженнях за участю інших порід – дубів звичайного та північного, клена гостролистого, вільхи чорної, клена-явора, бука лісового, ялини європейської та ін. Тому існує змога порівняти ріст ялиці в цих насадженнях і насадженнях за участю модрина.

Так, аналіз динаміки середньої висоти модрина та ялиці в насадженнях різного складу підтверджує постійну перевагу модрина за висотою впродовж всього періоду лісовирощування (рис. 1). Причому впродовж 20-100-річного періоду ця перевага становить в середньому 5-6 м. Висота ялиці у модриново-ялицевих та інших мішаних за участю ялиці насадженнях практично не відрізняються: криві їхніх висот майже накладаються одна на одну.

Таку ж перевагу модрина над ялицею впродовж усього досліджуваного вікового діапазону спостережено і за діаметром (рис. 2), причому, ця перевага із збільшенням віку насаджень зростає. Тут варто вказати на причину збільшення такої переваги. Потрібно взяти до уваги, що в насадженнях ялиця переважно різновікова, тобто поряд із штучно введеними особинами є природні екземпляри значно молодшого віку, середній діаметр яких помітно менший. Із збільшенням віку ялицевих (модриново-ялицевих) насаджень кількість таких природних екземплярів ялиці в складі зростає, що впливає на зниження абсолютного значення середнього діаметра ялиці загалом.

Проте середній діаметр ялиці все ж вищий у модриново-ялицевих насадженнях, ніж в ялицевих за участю інших порід (див. рис. 2).

Помітно вищим є також об'єм середнього дерева ялиці в мішаних насадженнях з модриною, ніж у деревостанах іншого складу (рис. 3). За цим показником модрина суттєво переважає ялицю, що вказує на можливість швидшого вибирання модрина зі складу насадження.

У зв'язку з високою інтенсивністю росту та швидким нагромадженням стовбурової деревини

модрина є пороною, яка визначає запас модриново-ялицевих насаджень (рис. 4). Із збільшенням участі модринових в складі насаджень запас деревини суттєво зростає, досягаючи максимального значення (близько 600 м<sup>3</sup>/га) у 85-річному віці при складі 50% Яц 30% Мд 20% Сп.

Аналіз ходу росту середнього модельного дерева ялиці білої на пробі № 1с Стрілківського лісництва

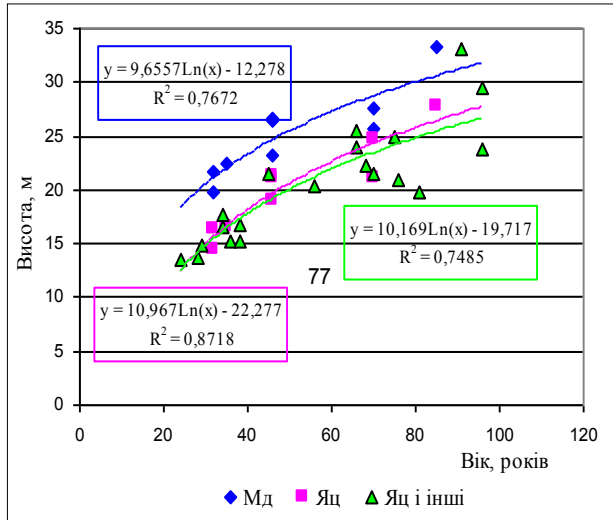


Рис. 1. Динаміка середньої висоти модринових і ялиць в модриново-ялицевих насадженнях та ялиць – в інших мішаних насадженнях вологого ґрунту Прикарпаття

показує, що висотний приріст породи залежить від віку: найнижчим він є в період до 7-ми років, після чого в період 10-35 років різко зростає, незначно знижуючись після вказаного віку.

Ріст за діаметром особливо інтенсивний в період 10-20 років, після чого дещо сповільнюється, але все ж продовжує зростати. Об'ємний приріст породи різко зростає після 20-річного віку.

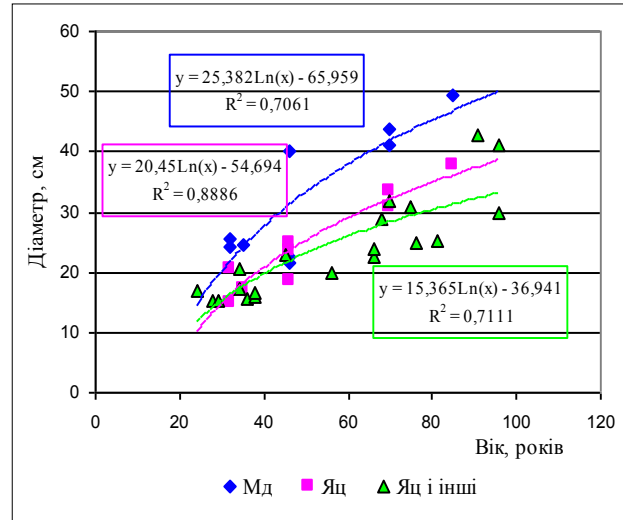


Рис. 2. Динаміка середнього діаметра модринових і ялиць в модриново-ялицевих насадженнях та ялиць – в інших мішаних насадженнях вологого ґрунту Прикарпаття

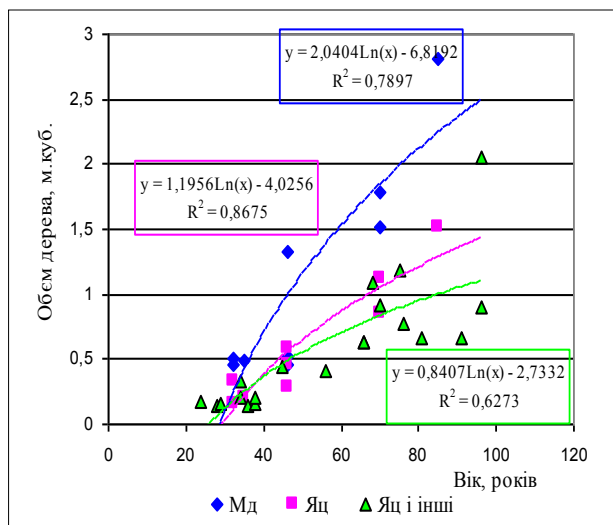


Рис. 3. Динаміка об'єму середнього дерева модринових і ялиць в модриново-ялицевих насадженнях та ялиць – в інших мішаних насадженнях вологого ґрунту Прикарпаття

Аналіз зміни середнього та поточного приростів ялиць показує, що показник  $Z_c^h$  максимального значення набуває в 30-35-річному віці, тоді як  $Z_n^h$  має два максимуми – найбільший в 15-річному і дещо менший – в 30-35-річному віці, після чого знижується.

Показники  $Z_c^d$  та  $Z_n^d$  досягають максимальних значень у 30-35 років.

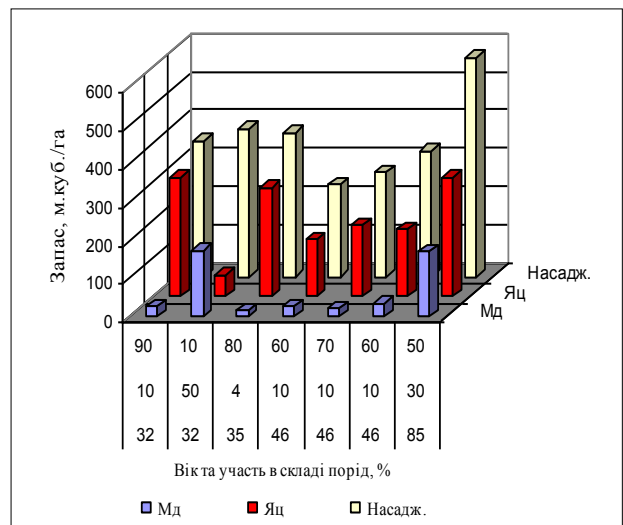


Рис. 4. Вплив участі модринових та ялиць на запас стовбурової деревини мішаних насаджень в умовах вологого ґрунту Прикарпаття

Показник  $Z_c^v$  ялиць суттєво зростає після 15-річного віку, а показник  $Z_n^v$  – особливо інтенсивно після 30-ти років. Обидва прирости мають тенденцію до подальшого зростання.

Аналіз ходу росту ялиць за висотою на пробі № 3сс свідчить про слабкий ріст породи до 20-річного віку та деяке його посилення у віковому проміжку 20-26 років. Стрімке зростання приросту за висотою

в ялиці спостерігається в період 26-52 роки, після чого його інтенсивність дещо знижується.

Подібним характером відзначається і хід росту ялиці за діаметром з тією лише відмінністю, що після 50-річного віку він і далі продовжує зростати.

Хід росту за об'ємом середнього дерева показує слабкий ріст ялиці за цим показником до 25-річного віку, деяке посилення нагромадження стовбурової деревини в період 25-30 років та стрімке зростання об'єму стовбура середнього дерева з указанного віку, а особливо – з 50-ти років.

Щодо характеру зміни середнього та поточно-го приростів, то показники  $Z_c^h$  та  $Z_n^h$  до 20-річного віку є стабільно низькими, а помітне зростання їх спостерігається лише після вказаного віку. Максимальних значень обидва показники досягають в 40-50-річному віці, після чого поточний приріст за висотою різко спадає за плавного зниження середнього приросту.

Поточний приріст ялиці за діаметром досягає максимуму в 30-40-річному, середній – у 40-річному віці, після чого обидва прирости спадають.

Показник поточного приросту за об'ємом різко зростає в період 25-40 років, протягом наступних п'яти років стабілізується (можливо, несприятливий вплив погодних умов, антропогенних чи біотичних чинників), після чого (45-58 років) знову різко зростає.

Показник середнього приросту за об'ємом є досить низьким до 25-річного віку, після чого стабільно зростає. Особливо помітне зростання обох об'ємних приростів спостережено після 25-річного віку.

Отже, аналіз ходу росту ялиці білої в умовах Карпат вказує на відносно невисоку інтенсивність її росту за висотою та діаметром до 30 років, після чого інтенсивність росту деревного виду посилюється.

Аналіз густоти лісових культур за участю ялиці та модрина вказує в основному на незначну участь останньої в складі деревостану – в середньому 50-60 шт./га (табл. 2). Лише в одному молодому (ПД-4с) та пристигаючому (ПД-3сс) насадженнях участь модрина склала більше 300 шт./га. При цьому в насадженнях з різною участю модрина росте інтенсивно, переважаючи ялицю за висотою та діаметром. Дещо вищими таксаційними показниками модрина відзначається при вирощанні у насадженнях окремими рядами (див. табл. 1).

Збереженість модрина встановлено лише в молодих насадженнях і вона є різною (17-41%), що пов'язано з інтенсивністю ведення доглядових рубок.

Культури модрина та ялиці вивчали також і інші дослідники. В табл. 3 наводимо лісівничо-таксаційну характеристику високопродуктивних штучних насаджень за участю модрина європейської та ялиці білої як прототипів плантаційних лісових культур цих порід, досліджених Z. Zhivitsky (1968).

Таблиця 2

**Об'єм середнього дерева хвойних порід та їхня кількість у штучних насадженнях різного віку  
Прикарпаття і Зовнішніх Карпат**

| № пробної ділянки                       | Вік, років | Початкове розміщення, м×м | Кількість дерев на 1 га, шт. |                      | Збереженість, % | Об'єм середнього дерева, м³ |
|-----------------------------------------|------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------|
|                                         |            |                           | початкова густота            | в період дослідження |                 |                             |
| Тип лісорослинних умов – С <sub>3</sub> |            |                           |                              |                      |                 |                             |
| 7сс                                     | 70         | 3,0×1,0                   | Мде – не встановл.           | 58                   | –               | 1,517                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 189                  | –               | 1,116                       |
| 6сс                                     | 70         | не встановл.              | Мде – не встановл.           | 89                   | –               | 1,787                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 346                  | –               | 0,858                       |
| 3сс                                     | 80         | 3,0×1,0                   | Мде – не встановл.           | 328                  | –               | 1,095                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 210                  | –               | 0,238                       |
| Тип лісорослинних умов – D <sub>3</sub> |            |                           |                              |                      |                 |                             |
| 7с                                      | 35         | 2,0×1,0                   | Мде – ~ 80                   | 33                   | ~ 41,2          | 0,485                       |
|                                         |            |                           | Яц – 5000                    | 1344                 | 26,9            | 0,212                       |
| 5сс                                     | 32         | не встановл.              | Мде – не встановл.           | 53                   | –               | 0,509                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 923                  | –               | 0,336                       |
| 1с                                      | 46         | не встановл.              | Мдг – не встановл.           | 10                   | –               | 3,500                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 621                  | –               | 0,282                       |
| 4с                                      | 32         | 2,0×1,5 (0,8)             | Мдя – 2200                   | 377                  | 17,1            | 0,456                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 371                  | –               | 0,151                       |
| 41а                                     | 46         | не встановл.              | Мде – не встановл.           | 48                   | –               | 0,521                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 325                  | –               | 0,458                       |
| 2д                                      | 46         | 2,0×0,7                   | Мде – 220                    | 48                   | 21,8            | 0,458                       |
|                                         |            |                           | Яц – 1800                    | 320                  | 17,8            | 0,578                       |
| 6н                                      | 85         | не встановл.              | Мде – не встановл.           | 54                   | –               | 3,111                       |
|                                         |            |                           | Яц – не встановл.            | 204                  | –               | 1,520                       |

Таблиця 3

## Лісівничо-таксаційні характеристики лісових культур за участю модрина європейської та ялиці білої (Zhivitsky, 1968)

| Деревний вид                                                                                                 | Висота,<br>м | Діаметр,<br>см | Густота,<br>шт./га | Запас,<br>м³/га | Бонітет        | Таксаційний<br>склад насадження | Розміщення модрина (м) та<br>початкова густота (шт./га) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Проба № 30; Доброгостівське л-во Дрогобицького ЛГЗ; D <sub>2</sub> ; 112 років; 500 м н.р.м.                 |              |                |                    |                 |                |                                 |                                                         |
| <i>Larix decidua</i>                                                                                         | 39,2         | 58,1           |                    |                 | I <sup>b</sup> | 8 Мде                           | 4,0×2,0;                                                |
| <i>Abies alba</i>                                                                                            | 31,1         | 42,0           | 178                | 850             | I              | 1 Яц                            | 1250                                                    |
| <i>Fagus sylvatica</i>                                                                                       | 29,0         | 36,0           |                    |                 |                | 1 Бк                            |                                                         |
| Проба № 52; Головецьке л-во Старосамбірського ЛГЗ; D <sub>2</sub> ; 87 років; 500 м н.р.м.                   |              |                |                    |                 |                |                                 |                                                         |
| <i>Larix decidua</i>                                                                                         | 34,0         | 34,8           | 398                | 726             | I <sup>b</sup> | 8 Мде                           | 3,0×2,0;                                                |
| <i>Abies alba</i>                                                                                            | 31,7         | 32,4           |                    |                 | I <sup>a</sup> | 2 Яц                            | 1670                                                    |
| Проба № 46; Підбузьке л-во Дрогобицького ЛГЗ; D <sub>2</sub> ; Мде – 55 р., Яц – 45 р.; 500 м н.р.м.         |              |                |                    |                 |                |                                 |                                                         |
| <i>Larix decidua</i>                                                                                         | 30,5         | 34,2           | 448                | 520             | I <sup>c</sup> | 6 Яц                            | Не встановлено                                          |
| <i>Abies alba</i>                                                                                            | 21,2         | 24,4           |                    |                 | I <sup>a</sup> | 4 Мде                           |                                                         |
| Проба № 24; Підбузьке л-во Дрогобицького ЛГЗ; D <sub>2</sub> ; 22 роки; 600 м н.р.м.                         |              |                |                    |                 |                |                                 |                                                         |
| <i>Larix decidua</i>                                                                                         | 16,5         | 16,0           | 1488               | 182             | I <sup>d</sup> | 5 Мде                           | 2,0×2,0;                                                |
| <i>Abies alba</i>                                                                                            | 13,3         | 14,0           |                    |                 | I <sup>b</sup> | 5 Яц                            | 2500                                                    |
| Проба № 20; Білотисянське л-во Рахівського ЛК; D <sub>2</sub> ; Мде – 60 р.; Яц, Ял – 55-60 р.; 820 м н.р.м. |              |                |                    |                 |                |                                 |                                                         |
| <i>Larix decidua</i>                                                                                         | 32,3         | 32,1           |                    |                 | I <sup>c</sup> | 8 Мде                           | 3,0×2,0;                                                |
| <i>Picea abies</i>                                                                                           | 27,5         | 31,6           | 462                | 540             |                | 1 Ял                            | 1660                                                    |
| <i>Abies alba</i>                                                                                            | 25,0         | 28,0           |                    |                 |                | 1 Яц                            |                                                         |

Так, дослідником описані культури *Larix decidua* var. *polonica* на глибоких бурих лісових ґрунтах (проба № 30). Хвойні види тут введені штучним шляхом. Завдяки рідкому садінню в насадженні майже всі дерева модрина відносяться до I та II класів росту (за Крафтом). Автор відзначав також повнодеревність та високоякісність стовбурів модрина, її інтенсивний ріст у насадженні більш ніж 100-річного віку.

Високою продуктивністю та стійкістю відзначаються також ялицево-модринові культури (проба № 52), де обидві породи введені методом садіння. Модрину вирощено із насіння, завезеного із Судет. Стовбури обох порід дуже доброї якості: дерева I-II класів росту займають 89%. Крони високо підняті (в середньому на 1/3 стовбура) і добре сформовані, насадження високопродуктивне і повністю здорове. Потрібно відзначити високі середні таксаційні показники ялиці, її незначне відставання від модрина за висотою та діаметром (на 7-8%).

Аналіз ходу росту модельних дерев показав перевагу модрина в рості за висотою з перших років створення культур, ялиця ж у молодому віці росла значно повільніше. Приріст її за висотою почав помітно зростати, починаючи з 10-річного віку і за абсолютними показниками зрівнявся з таким у модрина в 40 років. Отриману перевагу в рості у молодому віці модрина зберігає протягом усього періоду лісовирощування (Zhivitsky, 1968). Проведений нами аналіз ходу росту ялиці та модрина підтверджує ці висновки (Debryniuk, 2007).

Двоярусне ялицево-модринове насадження відзначається високим запасом та інтенсивним ростом деревних компонентів (проба № 46). Ялиця природного походження. Деревна модрина розміщені рідко,

внаслідок чого крони порід добре розвинуті. Розташування ялиці у другому ярусі сприяє притінненню стовбурів модрина, доброму їх очищенню від сучків.

Модрина характеризується повнодеревними та добре сформованими стовбурами, 96% з яких відносяться до I-II класів росту. Високо піднята крона модрина зумовлює її добрий розвиток та інтенсивний ріст. Такими ж високими показниками відзначаються і стовбури ялиці, хоча ріст її менш інтенсивний, ніж модрина. Запас деревини у насадженні дуже високий.

Високими показниками росту відзначається ялицево-модринове насадження, де в двометрові міжряддя модрина чистими рядами з відстанню між садивними місцями 1,0 м вводили ялицю; в ряди модрина ялицю також вводили окремими садивними місцями. Початкова густота культур становила 10000 шт./га, в т.ч. модрина – 2500 шт./га (проба № 24).

Нерегулярне проведення рубок догляду призвело до значного природного зрідження насадження, однак, потрібно відзначити високу інтенсивність росту обох видів.

В ялиново-ялицево-модриновому насадженні, що сформувалось на бурих лісових середньопотужних ґрунтах, штучно введеною є лише модрина європейська, яка має підтатранське походження (проба № 20). Модрина характеризується інтенсивним ростом, добре очищеними та повнодеревними прямими стовбурами, компактною кроною. Її перевага за висотою над темнохвойними породами (на 15-23%) забезпечує вільний розвиток крони та високу стійкість у насадженні. Потрібно зазначити, що перевага модрина над ялиною та ялицею за діаметром значно менша (на 2-13%), ніж за висотою.

**Висновки.** Створення лісових культур за участю модрина та ялиці є перспективним напрямком формування високопродуктивних багаторярусних і стійких лісових фітоценозів. Модрина в таких насадженнях утворює верхній ярус, а темнохвойні породи (ялина і ялиця) знаходяться переважно в другому ярусі, сприяючи таким чином формуванню стовбурів світлохвойної породи.

Під час формування високопродуктивних і стійких ялиново-модриново-ялицевих насаджень в умовах вологих букових і грабово-букових суялин та яличин лісокультурними і лісівничими заходами необхідно забезпечити участь модрина в складі в межах 30-40 %.

В умовах грабово-ялицевих бучин і суббучин доцільно створювати часткові культури модрина шляхом введення екземплярів породи окремими рядами чи біогрупами серед природного поновлення корінних порід – бука та ялиці. Такий спосіб введення модрина в культури не призводить до зниження її інтенсивності росту.

У молодих насадженнях 30-35-річного віку модрина, при сумісному зростанні з ялицею, а також ялиною в лісових культурах Прикарпаття має перевагу за висотою в межах 20-25 %, за діаметром – 25-30 %, за об'ємом середнього дерева – в два рази. При цьому висока інтенсивність росту модрина слабо залежить від способу її введення до складу культур: окремими садивними місцями в ряди ялиці чи окремими чистими рядами. Псевдотсуга, введена в ряди ялини, за інтенсивністю росту практично не відстає від модрина, досягаючи в 32-річних культурах I<sup>d</sup> класу бонітету. Внаслідок високої інтенсивності росту хвойних порід запас таких молодих насаджень може бути достатньо високим – близько 400 м<sup>3</sup>/га.

У насадженнях 41-50-річного віку модрина має перевагу над ялицею за висотою на 10-20 %, хоча в окремих випадках може відставати в рості за діаметром. При висаджуванні у ряди дуба модрина погіршує його ріст, внаслідок чого відставання дуба від хвойних порід за показниками росту є суттєвим, особливо – за діаметром. Найвищою інтенсивністю росту, особливо – за діаметром, відзначається модрина гібридна, яка формує в ялицево-ялинових насадженнях перший ярус значної висоти.

Під час створення модриново-ялицевих насаджень доцільним є введення модрина окремими рядами, що дасть можливість сформувати культури з дуже високими запасами стовбурової деревини вже в 50-річному віці.

У модриново-ялицевих культурах модрина загалом позитивно впливає на ріст ялиці, що підтверджується вищими таксаційними показниками ялиці в модриново-ялицевих насадженнях, ніж в ялицевих за участю інших порід. Така біологічна сумісність модрина та ялини за зростання у штучних насадженнях вказує на перспективу створення плантаційних лісових культур за участю цих деревних порід.

Аналіз ходу росту хвойних порід показує, що до 30-річного віку найвищою інтенсивністю росту характеризується модрина та ялина, тоді як ялиця, починає формувати сильні прирости як за висотою, так і за діаметром після 30-40-річного віку.

Створення мішаних багаторярусних модриново-ялицевих насаджень є доцільним також з погляду ефективного проведення прохідних рубок у середньовікових деревостанах. Насамперед зрубують швидкорослу породу першого ярусу (модрину). Видалення першого ярусу сприятиме пришвидшенню приростання деревини порід другого ярусу та появи природного поновлення, передусім – ялиці, що дасть змогу зменшити витрати на лісовідновлення, обмежившись запровадженням часткових лісових культур.

### Бібліографічні посилання

- Bobersky Yu. Yu. (1978). The introduction of European larch in the Carpathian forests. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 4, 8-9 (in Ukrainian).
- Debryniuk, Iu. M. (2007). *Plantation forest cultures in Western Forest-steppe of Ukraine: conception, methodology, resource potential* (Doctoral dissertation, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine). Retrieved from [https://otherreferats.allbest.ru/agriculture/00454280\\_1.html](https://otherreferats.allbest.ru/agriculture/00454280_1.html) (in Ukrainian).
- Dospekhov, B. A. (1979). *Field experiment techniques (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Kolos (in Russian).
- Fuchylo, Ya. D., Karpuk, A. I., & Sbytna, M. V. (2016). *Ways to increase the efficiency of forestry and use of wood for energy purposes*. Kyiv: Komprint (in Ukrainian).
- Fuchylo, Ya. D. & Sbytna, M. V. (2012). Features of growth of coniferous introduced in the Ukrainian Carpathians. *Forestry and landscape gardening*, 1, 27-32. Retrieved from <http://ejournal.studnubip.com/> (in Ukrainian).
- Gensiruk, S. A., Shevchenko, S. V., Bondar, V. S. (1981). *Integrated forestry zoning of Ukraine and Moldavia*. Kyiv: Scientific thought (in Ukrainian).
- Gerushynsky, Z. Yu. (1996). *Forest typology of the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Piramida (in Ukrainian).
- Girs, O. A., Manita, O. H., Myronjuk, V. V., Swingchuk, V. A., & Berezovsky, L. M. (2013). *Forest Inventory Directory*. Kiev: Vinichenko Publishing House (in Ukrainian).
- Goroshko, M. P., Myklush, S. I., & Khomyuk, P. G. (2004). *Biometrics*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Gorshenyn, N. M., & Buteyko, A. I. (1962). *Identification of types of site conditions*. Lviv: High School (in Ukrainian).
- Grom, M. M. (2005). *Forest assessment: Educational manual*. Lviv: Ukrainian National Forestry University (in Ukrainian).
- Jedlinski W. (1922). *Larch polish (Larix polonica)*. Zamość (in Polish).

- Maciejowski K. (1956). Larch in the Polish forests. *Sylvan*, 11, 7-50 (in Polish).
- Miroshnikov, V. S., Trull, O. A., Ermakov, V. E., Dol-sky, L. V., & Kostenko, A. H. (1980). *Directory of the forest cruiser*. Minsk: Harvest (in Russian).
- Moser E. (1994). The fir in the forest *Zeitgeist*. *Öster-reichische Forstzeitung*, 11, 9 (in German).
- Ostapenko, B. F., & Tkach, V. P. (2002). *Forest typology*. Kharkiv: Kharkiv State Agrarian University (in Ukrainian).
- Peshko V. S. (1965). *Larch in the plantations of the western regions of the Ukrainian SSR* (Doctoral dissertation, The V. V. Dokuchaev Kharkov Agricultural Institute. Kharkov, Ukraine). Retrieved from <https://search.rsl.ru/ru/record/01006464466> (in Russian).
- Saban Ya. O. (1972). About crops of spruce, fir and larch on cutover areas. *Forestry research in Roztochya* (pp. 160-167). Lviv: Kamenyar (in Ukrainian).
- Shvydenko A. I. (1987). Intensive forest cultivation technology. *Forestry*, 11, 72-74 (in Russian).
- Timofeev V. P. (1954). *The experience of larch cultivation*. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat (in Russian).
- Vorobiev, D. V., & Ostapenko, B. F. (1979). *Forest-typological foundations of silviculture*. Kharkiv: Kharkiv Agricultural Institute (in Russian).
- Zhivitsky Z. N. (1968). *Larch in the Ukrainian Carpathians* (Doctoral dissertation, The K. A Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia). Retrieved from <https://rucont.ru/efd/39670> (in Russian).

### **Лиственница и пихта в искусственных насаждениях Прикарпатья и Карпат: лесоводственно-таксационная характеристика и особенности роста**

Ю.М. Дебринюк<sup>1</sup>

Пихта белая (*Abies alba* Mill.) в западном регионе Украины распространена в основном в Прикарпатье и Внешних Карпатах. В пределах естественного ареала вид формирует высокопроизводительные, преимущественно смешанные насаждения.

В зоне буково-пихтовых лесов наиболее высокопроизводительные и устойчивые насаждения образует *Larix decidua* var. *polonica* и *Larix decidua* var. *sudetica*, а лучшими спутниками лиственницы в этом поясе является *Abies alba*, *Picea abies* [L.] Karst., *Fagus sylvatica* L.

Лиственница и пихта при совместном росте в лесных насаждениях являются взаимодополняющими древесными компонентами, формируя высокопроизводительные и устойчивые лесные фитоценозы. Сочетание темнохвойной и светлохвойной пород в одном насаждении обеспечивает наиболее полное использование эдафического потенциала типа лесорастительных условий. Поэтому насаждения с участием пихты и лиственницы являются одними из самых высокопроизводительных среди других древостоев Прикарпатья и Карпат.

Установлены основные технологические элементы создания лиственнично-пихтовых культур, проведено сравнение средних таксационных показателей *Larix* L., *Abies alba*, *Picea abies* в искусственных насаждениях – высоты, диаметра и объема среднего дерева в условиях влажных буковых и грабово-буковых супихтачей и пихтачей, а также пихтовых дубрав. Установлено, что создание лесных культур с участием лиственницы и пихты является перспективным направлением формирования высокопродуктивных многоярусных и устойчивых лесных фитоценозов.

Насаждения с участием пихты и лиственницы отличаются высокими таксационными показателями и значительными запасами стволовой древесины, где темнохвойная порода играет роль подгона, а лиственница формирует полнодревесные стволы, произрастающая в приспевающих насаждениях по I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> классам бонитета. Лиственница при этом всегда имеет преимущество перед пихтой по высоте, что позволяет ей успешно расти в лиственнично-пихтовых древостоях.

В молодых насаждениях 30-35-летнего возраста лиственница при совместном произрастании с пихтой, а также елью имеет преимущество по высоте в пределах 20-25 %, по диаметру – 25-30 %, по объему среднего дерева – в два раза. В насаждениях 41-50-летнего возраста лиственница имеет преимущество над пихтой по высоте на 10-20 %, хотя в отдельных случаях может отставать в росте по диаметру.

Анализ хвойных пород на ход роста показывает, что до 30-летнего возраста наибольшей интенсивностью роста по высоте и диаметру характеризуются лиственница и ель, тогда как пихта начинает формировать более сильные приросты, как по высоте, так и по диаметру после 30-40-летнего возраста.

При формировании высокопроизводительных и устойчивых насаждений с участием лиственницы, пихты и ели лесокультурными и лесоводственными мероприятиями необходимо обеспечить участие лиственницы в составе древостоя в пределах 30-40 %.

Установлена целесообразность создания частичных культур лиственницы методом посадки породы отдельными рядами или биогруппами среди естественного возобновления коренных пород – бука и пихты.

**Ключевые слова:** лесные культуры; средняя высота и диаметр; запас стволовой древесины; *Larix* L.; *Abies alba* Mill.; *Picea abies* [L.] Karst.

<sup>1</sup> Дебринюк Юрий Михайлович – действительный член Лесной академии наук Украины, академик-секретарь ЛАН Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и лесной селекции. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk\_ju@ukr.net

## **Larch and fir in planted forest stand of the Precarpathian and the Carpathians regions: silvicultural-biometric characteristics and growth peculiarities**

Iu. Debryniuk<sup>1</sup>

In the western region of Ukraine, silver fir (*Abies alba* Mill.) is a common mainly in the Precarpathians and the Carpathians. Within the natural range it forms high-yielding, predominantly mixed stands.

In the area of beech-fir forests, the most productive and steady-state stands are formed by *Larix decidua* var. *polonica* and *Larix decidua* var. *sudetica*. The best associates of the larch species in this area are *Abies alba*, *Picea abies*, *Fagus sylvatica*.

Larch and fir, when growing together in forest stands, are complementary tree components, forming high-productive and resilient forest phytocoenoses. The combination of dark-coniferous and light-coniferous species in one stand provides the most complete utilization of the edaphic potential of the site-conditions type. Therefore, stands with the participation of fir and larch are some of the most high-productive among other stands in the Precarpathian and the Carpathian regions.

The main technological elements for the establishment of larch-fir plantations have been determined. A comparison has been made between the average biometric indices of *Larix* L., *Abies alba*,

*Picea abies* in artificial stands - the height, diameter and volume of the average tree in conditions of the moist beech fairly fertile fir forests, moist hornbeam-beech fairly fertile fir forests, fir forests, as well as fir-oak forests. It is found that the establishment of forest plantations with the participation of larch and fir is a promising trend in the formation of high-productive multi-storey and stable forest phytocoenoses.

When forming high-productive and steady-state plantations with larch, fir and spruce, it is necessary to ensure a 30-40% share of larch in the stand composition.

It is found reasonable to establish partial larch cultures by means of the species planting in separate rows or by biogroups among the natural regeneration of native species – beech and fir.

Plantations with the participation of fir and larch are noted for high biometric characteristics and significant volume of stemwood where dark coniferous species play the role of accessory species while larch forms non-tapering trunks, growing in maturing stands under site-classes I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup>. Larch in this case always has an advantage over fir in height, which allows it to have successful growth in larch-fir stands.

In young stands (30-35 years of age) larch, when growing together with fir and spruce, has an advantage in height in the range of 20-25%, in diameter - 25-30%, in terms of the volume of the average tree – twice. In 41-50 years old stands, larch has an advantage over fir in height by 10-20%. Although in some cases it may lag behind in diameter growth.

The analysis of conifers growth course shows that until the age of 30, larch and spruce are characterized by the highest growth rate in height and diameter, while fir begins to make better growth, both in height and in diameter, after 40 years of age.

**Key words:** forest plantations; average height and diameter; stemwood volume; *Larix* L.; *Abies alba* Mill.; *Picea abies* [L.] Karst.

<sup>1</sup> Iurii Debryniuk – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, + 38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk\_ju@ukr.nett



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411807>  
Article received 2018.03.02  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Svitlana Los

[svitlana\\_los@ukr.net](mailto:svitlana_los@ukr.net)  
Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine

УДК 630.165.6

## Комплексне оцінювання перспективності видів і гібридів модрини для умов Лісостепу України

С. А. Лось<sup>1</sup>, В. Г. Григор'єва<sup>2</sup>, В. П. Самодай<sup>3</sup>, І. С. Нейко<sup>4</sup>

Узагальнено дані щодо комплексного оцінювання лісових культур видів і гібридів модрини у насадженнях Лісостепу України на території трьох областей – Харківської (ДП «Харківська ЛНДС», ДП «Гутянське ЛГ»), Сумської (ДП «Тростянецьке ЛГ», ДП «Свеське ЛГ») та Вінницької (ДП «Вінницьке ЛГ», ДП «Вінницька ЛНДС»). У деревостанах віком 52-124 роки закладено 10 пробних площ. Переважна більшість насаджень розташована у лісостеповій природній зоні за виключенням ДП «Свеське ЛГ», розташоване у Поліській природній зоні.

Об'єкт дослідження – інтродукція видів та гібридів роду *Larix* L.

Мета досліджень – оцінювання успішності інтродукції видів та гібридів модрини у штучних насадженнях Лісостепу України.

У більшості лісових культур види і гібриди модрини переважають дуб звичайний за діаметром (на 4,9-38,5%) і майже в усіх – за висотою (на 10,6-29,0%). Порівняння таксаційних показників модрини і сосни звичайної показало, що в п'яти деревостанах модрина переважає сосну за висотою на 3,5-34,9%, за діаметром – на 0,3-7,7%. У решті випадків модрина росте подібно до сосни або незначно відстає за висотою та діаметром.

Кліматичні умови Вінниччини і Сумщини є сприятливими для росту і розвитку модрин, тоді як тривалі періоди посухи на Харківщині впливають на них негативно. Суттєвого впливу типу лісорослинних умов на ріст модрини не відмічено, але показники деревостанів, в багатіших умовах ( $D_n$ ) переважно децю вищі, ніж у сугрудових типах.

За результатами комплексного оцінювання видів і гібридів модрини у трьох областях України переважна більшість виявилися перспективними для культивування, що підтверджує придатність модрин для створення лісових культур, захисних насаджень і озеленення в умовах Сумської і Вінницької областей. В умовах Харківщини види і гібриди модрин придатні для створення захисних насаджень і озеленення.

Для ширшого впровадження видів і гібридів модрини у лісове господарство необхідно розширити лісонасінну базу, зокрема, з використанням вихідного матеріалу з плюсових і крапкових дерев, відібраних в обстежених деревостанах.

**Ключові слова:** клімат; інтродукція; лісові культури; таксаційно-селекційні показники, перспектива використання.

<sup>1</sup> Лось Світлана Анатоліївна – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії селекції. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: 057-707-80-77, +38-097-138-97-92. E-mail: [svitlana\\_los@ukr.net](mailto:svitlana_los@ukr.net)

<sup>2</sup> Григор'єва Вікторія Георгіївна – науковий співробітник ДП «Харківська лісова науково-дослідна станція» Українського науково-дослідного інституту лісівництва та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: 057-707-80-30. E-mail: [grigorye@rambler.ru](mailto:grigorye@rambler.ru)

<sup>3</sup> Самодай В'ячеслав Петрович – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Краснотростянецького відділення Українського науково-дослідного інституту лісівництва та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Нескучанська, 15, м. Тростянець Сумської обл., 42600, Україна. Тел.: +38-067-105-46-42. E-mail: [samodayv@ukr.net](mailto:samodayv@ukr.net)

<sup>4</sup> Нейко Ігор Степанович – кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» Українського науково-дослідного інституту лісівництва та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Максимовича, 39, м. Вінниця, 21036, Україна. Тел.: +38-096-273-63-67. E-mail: [ihor\\_neyko@ukr.net](mailto:ihor_neyko@ukr.net)

**Вступ.** Види і гібриди модрин, які вирізняються інтенсивним ростом, зарекомендували себе як перспективні для плантаційного лісовирощування деревні рослини в багатьох країнах світу: Швеції (Larsson-Stern, 2003), Великій Британії (Willoughby, 2007.), Чехії (Kobliha, 2013). В Україні модрини є інтродуцентами і в західному регіоні України визнані перспективними для плантаційного лісовирощування (Debryniuk, Krynytskyu, & Tselen, 2016, Debryniuk, 2017). Незважаючи на те, що в Східній і Центральній Україні модрини не отримали значного розповсюдження, їхні культури виявили тут високу продуктивність і стійкість (Nikitin, 1953, Patlay, 1979, Grygoryeva & Samoday, 2017).

Варто зауважити, що оцінювання селекційного матеріалу є одним із найважливіших етапів селекційного процесу. Існує багато методичних підходів до оцінки успішності інтродукції видів деревних рослин. Так, під час проведення сортовипробування здійснюють бальну оцінку комплексу показників з наступним визначенням варіантів, які набрали суму балів вищу, ніж контроль. Методики сортовипробування лісових деревних рослин в Україні (Patlay & Molotkov, 1994, The method..., 2014) передбачають визначення цілого комплексу різноманітних показників, у т.ч. інтенсивності росту, якості стовбурів і стану, з одного боку, з іншого – оцінювання стійкості до низки чинників (зимостійкості, морозостійкості, посухостійкості, стійкості до пошкоджень шкідниками, хворобами, забруднення повітря). Крім того, значна кількість показників часто ускладнює загальну оцінку.

Оцінювання успішності інтродукції має включати, окрім показників інтенсивності росту, показники стану, якості та наявності репродукції (Wysotska, 2013). Використаний в роботі підхід базувався на комплексній оцінці перспективності використання інтродуцентів у лісокультурній справі. Головними критеріями при цьому були істотні переваги показників їхнього росту перед аборигенними видами за t-критерієм. Суттєво вищі за контроль показники продуктивності, висока якість стовбурів, добра очищуваність від сучків і добрий стан (відсутність хвороб і шкідників), а також здатність продукувати життєздатне насіння вказують на успішність інтродукції виду та його перспективність для впровадження у лісове господарство регіону (Los, Orlovskaya, & Grygoryeva, 2008).

Дотепер залишається дискусійною відповідь на питання, який вид може бути контролем для породи-інтродуцента за відсутності біологічно близького аборигенного виду в регіоні. На нашу думку, порівняння показників росту і стану насаджень інтродуцентів, які обстежуються, варто здійснювати з місцевими видами, які традиційно вирощуються в регіоні у конкретному типі лісорослинних умов, тобто з місцевими видами, які інтродукований вид може потенційно замінити у конкретних природних умовах під час створення плантацій інтенсивного вирощування. Зазвичай під час оцінки виробничих лісових культур порів-

няння проводять з рослинами аборигенного виду, а за їх відсутності – з табличними даними (Shvydenko, Savich, Storchinsky, Polyakov, & Kanunnikov, 1987).

**Об'єкти та методика досліджень.** *Об'єкт дослідження* – інтродукція видів та гібридів роду *Larix* L. *Предмет дослідження* – оцінювання успішності інтродукції видів та гібридів роду *Larix* L. в умовах Лісостепу України. *Мета досліджень* полягала у здійсненні оцінювання успішності інтродукції видів та гібридів модрини в лісові культури Лісостепу України.

Дослідження проведено у трьох областях України – Харківській (ДП «Харківська ЛНДС», ДП «Гутянське ЛГ»), Сумській (ДП «Тростянецьке ЛГ», ДП «Свеське ЛГ») і Вінницькій (ДП «Вінницьке ЛГ», ДП «Вінницька ЛНДС»). У деревостанах віком 52-124 роки закладено 10 пробних площ (ПП). Переважна більшість деревостанів розташована у Лісостеповій частині за винятком ДП «Свеське ЛГ», розташованого у Поліській природній зоні.

Кліматограми Вальтера (рис. 1), побудовані для порівняння кліматичних умов регіонів досліджень, ілюструють, що за досить близьких показників середньомісячних температур повітря існують помітні відмінності за кількістю опадів. Так, річна сума опадів в районі Харкова становить 528, Богодухова – 558, Тростянця – 631, Свеси – 603 і Вінниці – 591 мм.

Для здійснення комплексної оцінки деревостанів видів і гібридів роду *Larix* L. використано дані пробних площ, закладених у лісових культурах. Під час обстеження на пробних площах для кожного дерева визначали діаметр і висоту стовбура, стан дерева, селекційну категорію (СК), наявність вад і пошкоджень. Стан дерев оцінено за шкалою, модифікованою на базі шкал категорій життєздатності дуба та санітарного стану (Volosyanchuk, et al., 2003). Для визначення перспективності видів за комплексом ознак використано уточнені бальні оцінки інтенсивності росту, стану, якості стовбурів та репродуктивного розвитку (Wysotska, 2013, Los, Neyko, Grigorjeva & Plotnikova, 2012) (табл. 1).

Якісне оцінювання деревостанів базувалося на визначенні частки дерев I і II селекційних категорій за модифікованою шкалою М.М. Вересіна (Molotkov, et al., 1982). Як контроль використано табличні таксаційні показники насаджень дуба звичайного та сосни звичайної (Shvydenko, Savich, Storchinsky, Polyakov, & Kanunnikov, 1987).

Комплексне оцінювання насаджень базувалося на сумі балів, визначених за середніми значеннями кількісних і якісних показників для досліджених пробних площ за наступною шкалою: 1) малоперспективні або непридатні (5,0-11,5 балів); 2) відносно перспективні – придатні для створення захисних насаджень і озеленення (11,6-18,5 балів); 3) перспективні – придатні для створення лісових культур, захисних насаджень і озеленення (18,6-25 балів).

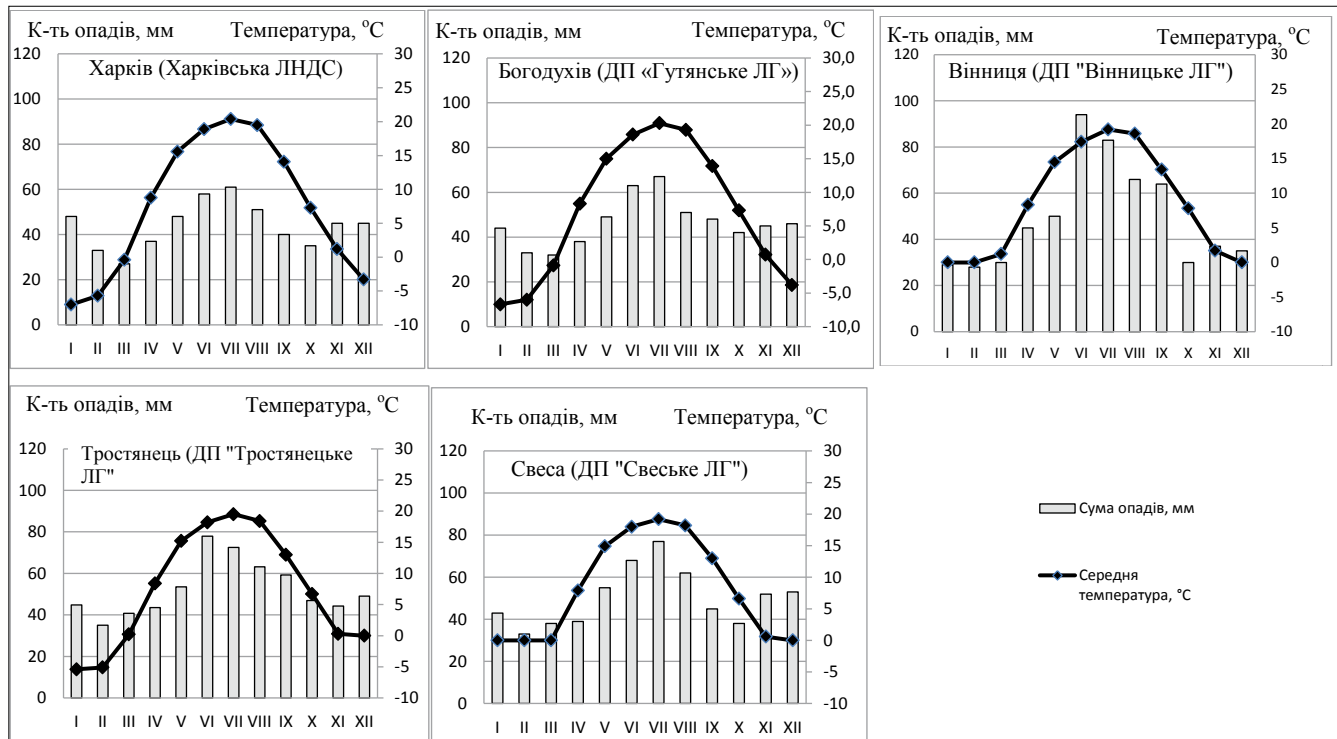


Рис. 1. Кліматограми Вальтера, побудовані для регіонів досліджень

Таблиця 1

## Комплексне оцінювання насаджень видів і гібридів модрини

| Бали | Інтенсивність росту за висотою                                | Інтенсивність росту за діаметром                               | Якість стовбурів                                        | Стан, бали | Репродуктивний розвиток                              |
|------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
| 1    | повільнорослі (відстають від контролю на 10,1 % і більше)     | повільнорослі (відстають від контролю на 30,1 % і більше)      | дерева I-II селекційних категорій відсутні              | 4,5-5,0    | не цвітуть                                           |
| 2    | відносно середньорослі (відстають від контролю на 4,0-10,0 %) | відносно середньорослі (відстають від контролю на 10,0-30,0 %) | частка дерев I-II селекційних категорій 1-10,0 %        | 3,5-4,4    | цвітуть, але насіння не утворюють                    |
| 3    | середньорослі (на рівні контролю різниця до 4,0 %)            | середньорослі (на рівні контролю різниця до 10,0 %)            | частка дерев I-II селекційних категорій 10,1-15,0 %     | 2,5-3,4    | утворюють насіння, але воно нежиттєздатне            |
| 4    | відносно швидкорослі (переважають контроль на 4,0-10,0 %)     | відносно швидкорослі (переважають контроль на 10,0-30,0 %)     | частка дерев I-II селекційних категорій 15,1-20,0 %     | 1,5-2,4    | утворюють життєздатне насіння, але не дають самосіву |
| 5    | швидкорослі (переважають контроль на 10,1 % і більше)         | швидкорослі (переважають контроль більш ніж на 30,1 %)         | частка дерев I-II селекційних категорій 20,1 % і більше | 1,0-1,4    | утворюють життєздатне насіння, дають самосів         |

**Результати досліджень.** Основні лісівничо-таксаційні та селекційні показники досліджених об'єктів представлені в табл. 2. Середні висота і діаметр вказані для модрини. Детальніша характеристика обстежених у Сумській обл. деревостанів представлені у роботі Grygoryeva & Samoday (2017).

У Харківській обл. було обстежено дві ділянки лісових культур модрини, чисті за складом. Деревостан у Південному лісництві ДП «Харківська ЛНДС» в умовах свіжої діброви, представлений сумішню декількох видів модрини (м. європейська, м. сибірська, м. Сукачова, м. даурська, м. Чеканов-

ського), у віці 52 роки характеризувався середньою продуктивністю та доброю якісною структурою. Другий деревостан у Шарівському лісництві ДП «Гутянське ЛГ», представлений модриною європейською, в умовах свіжої судіброви виявився продуктивнішим. Частка дерев I і II селекційних категорій також досить висока і становить 40 %.

Чотири деревостани за участю модрин європейської і сибірської, обстежені в Сумській обл. у віці 100-129 років характеризувалися високою продуктивністю та якісною селекційною структурою. Їхній загальний запас становив від 618 м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup> до

924 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, модрина – від 355 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup> до 548 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Частка модрина у складі насаджень складає від 5 до 6 одиниць. Незважаючи на значний вік, вони перебувають у задовільному стані, хоча в окремих деревостанах (ПП №3) в ДП «Тростянецьке ЛГ» відмічене всихання модрина, що зумовлено, в основному, міжвидовою конкуренцією між модриною та ясенем. Таке явище ще раніше відмічав у своїх дослідженнях Lavrinenko (1970).

За селекційною структурою три деревостани виявилися високоякісними (ПП №3, 5, 6). В об-

стежених насадженнях у різні роки було відібрано 17 плюсових дерев модрина. Завдяки високим таксаційно-селекційним показникам, деревостану в кв. 4, в. 9 Тростянецького лісництва у 2010 р. надано статус плюсового (Grygoryeva & Samoday, 2017).

Порівняння показників росту модрина і сосни звичайної, яка росте в тому ж самому деревостані, за t-критерієм суттєвої різниці не виявило. За середнім діаметром модрина відстає від сосни звичайної на 6%, а середня висота цих видів досить подібна (рис. 2, ПП №3).

Таблиця 2

**Таксаційна характеристика обстежених деревостанів за участю модрина**

| № пп                                     | Лісництво, кв., вид. | Склад                             | Вік, років | ТЛУ              | Н сер, м | D сер, см | Запас*, м <sup>3</sup> /га | Частка дерев I та II СК, % | Індекс стану, бали |
|------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------|------------------|----------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| Харківська обл., ДП «Харківська ЛНДС»    |                      |                                   |            |                  |          |           |                            |                            |                    |
| 1                                        | Південне, 118, 11    | 10Мд (суміш видів)                | 52         | D <sub>2</sub>   | 19,8     | 22,5      | 391/391                    | 34                         | 2,4                |
| Харківська обл., ДП «Гутянське ЛГ»       |                      |                                   |            |                  |          |           |                            |                            |                    |
| 2                                        | Шарівське, 24, 5     | 10Мдс                             | 92         | C <sub>2</sub>   | 27       | 32,3      | 517/517                    | 40                         | 2,5                |
| Сумська обл., ДП «Тростянецький лісгосп» |                      |                                   |            |                  |          |           |                            |                            |                    |
| 3                                        | Тростянецьке, 4, 9   | 6Сз4Мдс + Дз, Клг                 | 114        | C <sub>2</sub>   | 34,5     | 41,8      | 357/745                    | 31,8                       | 2,4                |
| 4                                        | Нескучанське, 71, 15 | 6Мдс3Ясз1Клг + Дз, Лпд            | 129        | C <sub>2</sub>   | 37,8     | 45,6      | 548/910                    | 14,7                       | 2,6                |
| 5                                        | Нескучанське, 13, 4  | 5Мдс4Ясз1Дз                       | 124        | C <sub>2</sub>   | 36,5     | 42,4      | 355/618                    | 70                         | 2,5                |
| Сумська обл., ДП «Свеський лісгосп»      |                      |                                   |            |                  |          |           |                            |                            |                    |
| 6                                        | Свеське, 4, 10       | 6Мдс4Сз + Вз                      | 100        | D <sub>2</sub>   | 36,2     | 51,2      | 427/924                    | 100                        | 1,7                |
| Вінницька обл., ДП «Вінницька ЛНДС»      |                      |                                   |            |                  |          |           |                            |                            |                    |
| 7                                        | Турбівське, 52, 6    | 6Мдс2Дз2Ясз                       | 105        | D <sub>2-3</sub> | 33,8     | 52,4      | 261/480                    | 75                         | 1,1                |
| Вінницька обл., ДП «Вінницький лісгосп»  |                      |                                   |            |                  |          |           |                            |                            |                    |
| 8                                        | Вінницьке, 10, 3     | 5Мдс4Гз1Кля + Вз, Ясз             | 60         | D <sub>2</sub>   | 28,5     | 36,7      | 174/321                    | 23,5                       | 1,7                |
| 9                                        | Демидівське, 26, 6   | 5Мдг2Вз1Ясз1Лпд1Грз + Клп, Бп, Сз | 70         | D <sub>2</sub>   | 28       | 31,9      | 170/356                    | 41,9                       | 2,2                |
| 10                                       | Гніванське, 43, 9    | 5Мдс5Дз + Вз, Чз, Клг             | 113        | D <sub>2</sub>   | 33       | 50,4      | 104/214                    | 58,3                       | 2,3                |

\*запас модрина / загальний запас

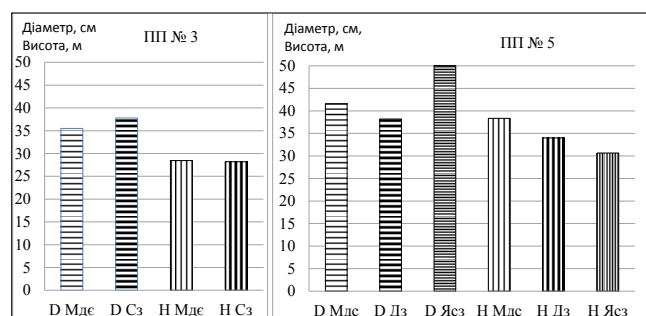


Рис.2. Порівняння діаметрів і висот модрина та обригених видів деревних рослин на ПП №3 і 5

Порівняння середніх висоти та діаметра модрина з дубом звичайним та ясенем звичайним на ПП №5 (див. рис. 2) виявило суттєві переваги модрина за висотою над обома видами (на 12,8 та 25,1 %, відповідно). За середнім діаметром модрина несуттєво

переважає дуб звичайний і дещо відстає від ясеня звичайного (на 8,7 і 17,8 %, відповідно).

Обстежені у Вінницькій обл. чотири деревостани за участю модрина європейської та гібридної (шишки з ознаками сибірської та європейської модрина) у віковому діапазоні 60-113 років характеризуються високими таксаційними показниками. Частка дерев I та II селекційних категорій висока (23,5-75 %), переважна більшість дерев перебуває в доброму стані (бал санітарного стану – 1,1-2,3). У насадженнях відібрано 28 особин модрина європейської та гібридної – кандидатів у плюсові дерева.

Порівняння таксаційних показників модрина за даними всіх пробних площ з табличними показниками дуба звичайного відповідного віку (рис. 3а) показало, що в половині випадків модрина переважає дуб за діаметром і майже в усіх (за винятком ПП №1 і ПП №10) – за висотою. Перевищення за

висотою становлять 10,6-29,0%, а за діаметром – 4,9-38,5%.

Порівняння таксаційних показників модрина з табличними показниками сосни звичайної того ж самого віку (рис. 3б) показало, що на п'яти з десяти пробних площ модрина переважає сосну за діаметром і лише в декількох – за висотою. У решті випадків модрина росте на рівні сосни або незначно відстає від неї. На представленому рисунку чітко виділяються три найкращі деревостани (ПП №2, 6 та 7), в яких перевищення за висотою становлять від 0,3 до 12,7, а за діаметром – від 3,5 до 34,9%.

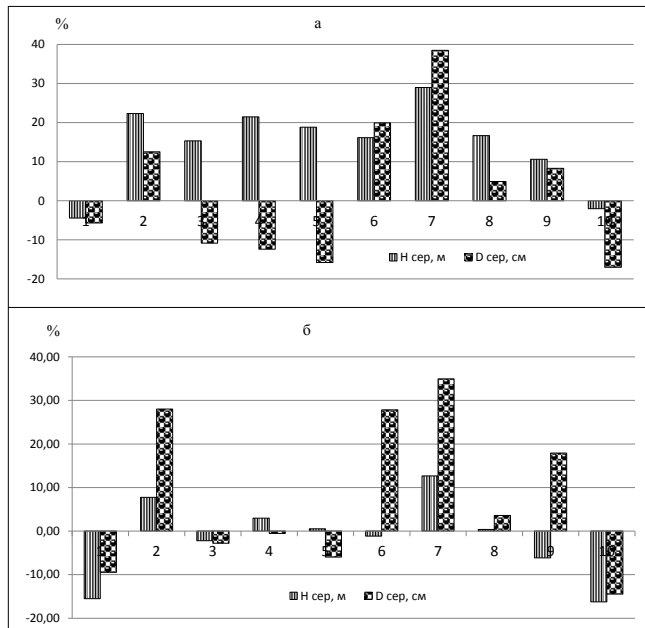


Рис.3. Перевищення таксаційних показників модрина в порівнянні з табличними даними одновікових деревостанів дуба звичайного (а) і сосни звичайної (б)

Результати комплексного оцінювання обстежених деревостанів представлені на рис. 4.

Як бачимо (рис. 4а), в першому випадку сума балів обстежених пробних площ становила від 17,5 (Південне л-во) до 23,3 (Вінницьке л-во). Переважна більшість деревостанів модрина (8 з 10) увійшли до групи перспективних. Серед них найкращими не лише за інтенсивністю росту, але й за селекційною структурою виявилися ПП №7 (Турбівське л-во) і ПП №8 (Вінницьке л-во). До групи відносно перспективних включено два деревостани з Харківської обл. (Південне та Шарівське л-ва).

Дерева модрина в усіх обстежених деревостанах утворюють життєздатне несіння.

Під час комплексного оцінювання лісових культур, у порівнянні з табличними даними сосни звичайної, сума балів обстежених пробних площ становила від 15,5 (Шарівське л-во) до 23,3 (Вінницьке л-во) (рис 4б). Переважна більшість деревостанів модрина (6 з 10) увійшли до групи перспективних. Найкращими за комплексом ознак виявилися ті ж самі деревостани, що і в попередньому випадку. До групи відносно перспективних включено чотири деревостани: ДП «Харків-

ська ЛНДС», ДП «Гутянське ЛГ» і два деревостани з ДП «Тростянецьке ЛГ».

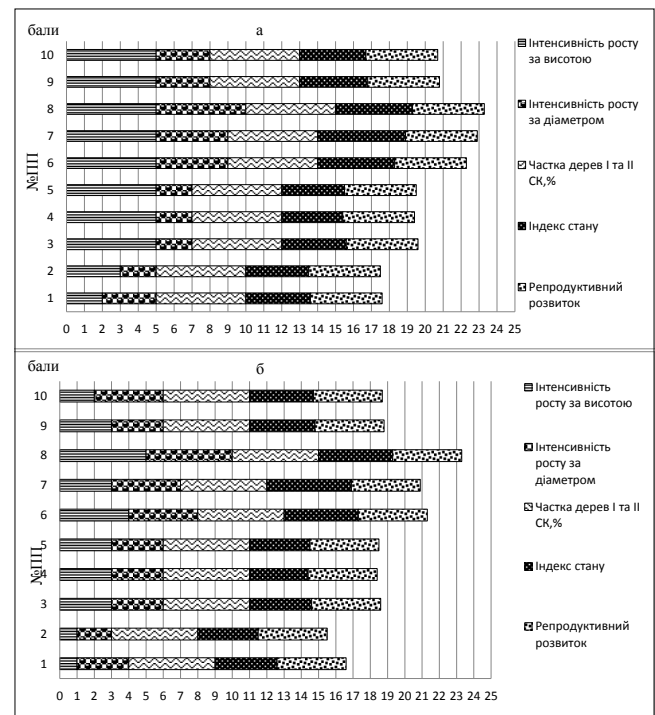


Рис. 4. Результати комплексного оцінювання модрина у порівнянні з табличними даними по дубу звичайному (а) і сосні звичайній (б)

Варто зазначити, що суттєвих відмінностей у результатах оцінювання під час порівняння як з сосною звичайною, так і з дубом звичайним не відзначено, що вказує на можливість використання як контролю під час оцінювання лісових культур модрина, табличних даних обох видів.

Гірший ріст модрина в умовах Харківської обл. можна пояснити континентальнішими кліматичними умовами, зокрема, посушливішим вегетаційним періодом, що добре демонструють кліматограми Вальтера (див. рис 1). Кліматичні умови територій лісових господарств Сумської і Вінницької областей, де були здійснені дослідження, досить подібні, не зважаючи на значну відстань між ними, і є сприятливішими для росту і розвитку модрин. Вплив суми опадів на інтенсивність росту за висотою значний ( $r = 0,85$ ), тоді як на інтенсивність росту за діаметром майже відсутній (рис. 5), відмічена лише певна тенденція ( $r = 0,24$ ).

Аналізуючи вплив типів лісорослинних умов, потрібно зазначити, що таксаційні показники деревостанів у багатших умовах ( $D_2$ ) переважно вищі, що цілком зрозуміло. Сильний позитивний вплив багатства ґрунту виявлено на інтенсивність росту модрин за діаметром ( $r = 0,82$ ), середній – на стан ( $r = 0,64$ ) і на показник суми балів при комплексному оцінюванні ( $r = 0,58$ ) (див. рис. 5).

Переважає більшість деревостанів у різних регіонах представлена модриною європейською. Окремі ділянки лісових культур цього виду були оцінені як мінімальною, так і максимальною сумою балів.

Два деревостани модрина сибірської, обстежені в Нескучанському лісництві ДП «Тростянецьке ЛГ», як і деревостан модрина гібридної в Демидівському л-ві ДП «Вінницьке ЛГ» характеризувалися однаковою сумою балів і виявилися перспективними. Загалом відмінностей між видами і гібридами модрина нашими дослідженнями не встановлено.

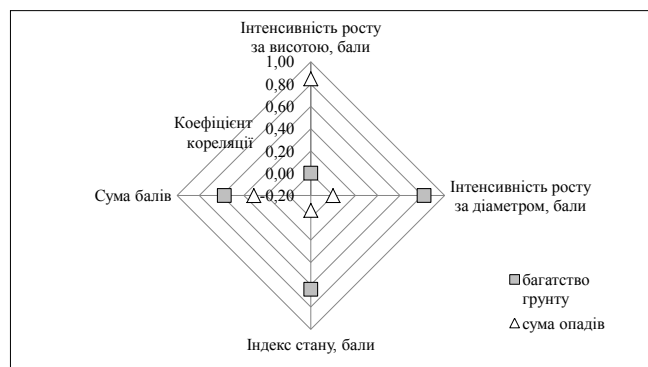


Рис. 5. Вплив багатства ґрунту ділянки та суми опадів на результати комплексного оцінювання лісових культур модрина

**Висновки.** В умовах Лісостепу України у половині досліджених насаджень види і гібриди модрина переважають табличні показники як дуба звичайного, так і сосни звичайної за діаметром. Перевищення становлять від 3,5 до 38,5 %. У переважній більшості випадків модрина росте за висотою на рівні табличних показників сосни звичайної або незначно відстає від неї, одночасно перевищуючи показники дуба звичайного на 0,3-29,0 %.

За результатами комплексного оцінювання деревостанів за участю модрин європейської, сибірської та гібридної віком 52-124 роки в трьох областях України переважна більшість виявилися перспективними, що підтверджує придатність модрин європейської, сибірської та гібридної для створення лісових культур, захисних насаджень і озеленення в умовах Сумської і Вінницької областей. В умовах Харківщини види і гібриди модрин придатні для створення захисних насаджень і озеленення. Достовірних відмінностей за селекційно-таксаційними показниками між видами і гібридами модрина нашими дослідженнями не виявлено.

Кліматичні умови Вінниччини і Сумщини є сприятливими для росту видів і гібридів модрина, тоді як тривалі періоди посухи на Харківщині впливають на них негативно. Виявлено значний вплив суми опадів на інтенсивність росту модрин за висотою ( $r = 0,85$ ).

Таксаційні показники видів і гібридів модрина в багатших умовах ( $D_2$ ) переважно вищі. Сильний позитивний вплив багатства ґрунту виявлено на інтенсивність росту модрин за діаметром ( $r = 0,82$ ), середній – на стан ( $r = 0,64$ ) і на показник суми балів при комплексному оцінюванні ( $r = 0,58$ ).

Для ширшого впровадження видів і гібридів модрина у лісове господарство необхідним є розширення лісонасінної бази, зокрема з використанням репродуктивного матеріалу з плюсових і кращих дерев, відібраних в обстежених деревостанах.

## Бібліографічні посилання

- Debryniuk, Iu. (2017). Plantation forestry and energy plantations in Ukraine: resource potential and development prospects. *The Scientific Bulletin of UNFU*, 27 (8), 45-51 (in Ukrainian).
- Debryniuk, Iu., Krynytskyi, H., & Tselen, Ya. (2016). *Technology of planting forest plantations in the western region of Ukraine*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Grygoryeva, V., Samoday, V. (2017). Current status of larch plus trees in the Sumy region. *Forestry and forest melioration*, 131, 67-77 (in Ukrainian).
- Kobliha, J. (2013). Selection of European larch provenances based on productivity and economic value. *Journal of forest science*, 11, 424-435.
- Larsson-Stern, M. (2003). Larch in commercial Forestry: A Literature Review to help clarify the potential of hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry) in Southern Sweden. Southern Swedish Forest Research Centre. 34 p. Retrieved from: <https://pub.epsilon.slu.se/441/2/Lic1Larsson-Stern.pdf>
- Lavrinenko, D. (1970). *Creation of forest plantations in the otters of Ukraine*. Kyiv: Harvest (in Ukrainian).
- Los, S., Neyko, I., Grygoryeva, V. & Plotnikova, O. (2012) The testing results of 25-years English Oak plus trees progenies in the Khmelnyk region. *Forestry and forest melioration*, 120, 44-50 (in Ukrainian).
- Los, S., Orlovskaya, T., Grygoryeva, V. (2008). Recommendations on forest seed base of the most perspective non-native tree plants establishment. In *Recommendations on forest seed grooving questions* (pp. 1-34). Kharkiv: Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration (in Ukrainian).
- Molotov, P., Patlay, I., Davydova, N., Shchepotev, F., Iroshnykov, A., V. Mosyn... Myliutyn, L. (1982). *Forest trees breeding*. Moscow: Forest industry (in Russian).
- Nikitin K. (1953). Growth and productivity of larch in the Ukrainian SSR. *Scientific bulletin of Kiev Forestry Institute*, 2, 39-67 (in Russian).
- Patlay I. (1979) Larch provenance test in the Left-bank forest-steppe of Ukraine. *Forestry and woodworking industry*, 3 (101), 14-16 (in Ukrainian).
- Patlay, I., Molotov, P. (1994). *The method of forest species varieties testing in Ukraine*. Kyiv: Harvest (in Ukrainian).
- Shvydenko, A., Savich, Yu., Storchinsky, A., Polyakov, V., & Kanunnikov, N. (1987). *Normative reference materials for biometric measurements the forests of Ukraine and Moldavia*. Kiev: Harvest (in Russian).
- The method of expert examination of the group of decorative, ethereal, medicinal, forest plant varieties for suitability to spread in Ukraine* (2014). Kyiv: according to the Tkachik S. scientific edition (in Ukrainian).
- Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Torosova, L. O., Kuznecova T., Tereshchenko L., Neyko I. & Grygoryeva, V. (2003) Methodological approaches to the estimation of gene pool conservation in situ

units of the broadleaves tree species and their actual conditions in the Left-bank forest steppe of Ukraine. *Forestry and forest melioration*, 104, 50-57 (in Ukrainian).

Willoughby, I., Stokes V., Poole J., White J., & Hodge S. (2007). The potential of 44 native and non-native species for woodland creation on a range of contrasting sites in lowland Britain. *Forestry*, 80 (5), 531-553.

Wysotska N. (2013). Methodology of complex evaluation of *Picea* Dietr. species introduction success. *Forestry and forest melioration*, 122, 56-62 (in Ukrainian).

### **Комплексная оценка перспективности видов и гибридов лиственницы для условий Лесостепи Украины**

С. А. Лось<sup>1</sup>, В. Г. Григорьева<sup>2</sup>, В. П. Самодай<sup>3</sup>,  
І. С. Нейко<sup>4</sup>

Обобщены данные по комплексной оценке лесных культур видов и гибридов лиственницы в лесных культурах Лесостепи Украины. Исследование проведено в трех областях Украины – Харьковской (ГП «Харьковская ЛНИС», ГП «Гутянский лесхоз»), Сумской (ГП «Тростянецкий лесхоз», ГП «Свесский лесхоз»), Винницкой (ГП «Винницкий лесхоз», ГП «Винницкая ЛНИС»). В древостоях возрастом 52-124 года заложено десять пробных площадей. Подавляющее большинство древостоев расположено в лесостепной природной зоне, за исключением ГП «Свесский лесхоз», расположенного в Полесской природной зоне.

Объект исследования – интродукция видов и гибридов рода *Larix* L. Цель исследований – оценка успешности интродукции видов и гибридов лиственницы в лесных культурах Лесостепи Украины.

В условиях Лесостепи Украины в половине случаев показатели видов и гибридов лиственницы превышают табличные показатели как дуба черешчатого, так и сосны обыкновенной по диаметру. В подавляющем большинстве случаев лиственница растет по высоте на уровне сосны или незначительно отстает от нее, одновременно превышая аналогичные показатели дуба черешчатого. Климатические условия Винниччины и Сумщины благоприятны для роста и развития лиственниц, тогда как длительные периоды засухи на Харьковщине влияют на них отрицательно. Существенного влияния типов лесорастительных условий на рост лиственниц не отмечено, но таксационные показатели древостоев в более богатых условиях ( $D_2$ ) в большинстве случаев несколько выше.

По результатам комплексной оценки лиственных древостоев возрастом 52-124 года в трех областях Украины подавляющее их большинство оказались перспективными, что подтверждает пригодность лиственниц для создания лесных культур, защитных насаждений и озеленения в условиях Сумской и Винницкой областей. В условиях Харьковщины виды и гибриды лиственниц пригодны для создания защитных насаждений и озеленения.

Для более широкого внедрения видов и гибридов лиственницы в лесное хозяйство необходимо расширение лесосеменной базы, в частности с использованием репродуктивного материала плюсовых и лучших деревьев, отобранных у обследованных древостоев.

**Ключевые слова:** климат; интродукция; лесные культуры; таксационно-селекционные показатели; перспектива использования.

<sup>1</sup> Лось Светлана Анатольевна – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, г. Харьков, 61024, Украина. Тел.: 057-707-80-77, +38-097-138-97-92. E-mail: svtlana\_los@ukr.net

<sup>2</sup> Григорьева Виктория Георгиевна – научный сотрудник ГП «Харьковская лесная научно-исследовательская станция» Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, г. Харьков, 61024, Украина. Тел.: 057-707-80-30. E-mail: grygorye@rambler.ru

<sup>3</sup> Самодай Вячеслав Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Красногустянецкого отделения Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Нескучанская, 15, г. Тростянец Сумской обл., 42600, Украина. Тел.: +38-067-105-46-42. E-mail: samodayv@ukr.net

<sup>4</sup> Нейко Игорь Степанович – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора ГП «Винницкая лесная научно-исследовательская станция» Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Максимовича, 39, г. Винница, 21036, Украина. Тел.: +38-096-273-63-67. E-mail: ihor\_neyko@ukr.net

## Complex assessment of larch species and hybrids perspectives for the Forest-Steppe of Ukraine conditions

S. Los<sup>1</sup>, V.G. Grygoryeva<sup>2</sup>, V. Samoday<sup>3</sup>, I. Neyko<sup>4</sup>

Data on the integrated assessment of larch species and hybrids forest plantations in the Forest-Steppe of Ukraine are summarized. The research was carried out in three regions of Ukraine – Kharkiv (State Enterprise “Kharkiv FRS”, Guty Forest State Enterprise), Sumy (Trostyanets and Swesa Forest State Enterprises), Vinnytsya (Vinnytsa Forest State Enterprise, Vinnytsya FRS). In forest stands of 52-124 years 10 trial plot were laid. The vast majority of the stands are located in the

Forest-Steppe natural zone, except for Swesa Forest State Enterprise, located in the Polissya natural zone.

The object of the study is the forest plantations of species and hybrids of the genus *Larix* L.

The aim of the research – assessment of the introduction success of larch species and hybrids in forest plantations in the Forest-Steppe of Ukraine.

In the forest-steppe of Ukraine, in half the cases, the parameters of larch species and hybrids exceed the table indexes of both English oak and Scotch pine by diameter. In the overwhelming majority of cases, larch grows by height is at the level of the pine or slightly behind it. And at the same time it exceeds the parameters of the oak.

Climatic conditions of Vinnytsya and Sumy regions are suitable for larches growth and development, while long periods of drought in the Kharkiv region affect them negatively. Significant effects of forest growing conditions have not been observed, but the characteristics of the stands in the richer conditions ( $D_2$ ) in the majority cases is slightly higher.

According to the results of the complex evaluation of the forest stands of the age of 52-124 years in three regions of Ukraine the vast majority of them proved to be perspective, which confirms the suitability of larch for the planting forest stands, protective plantations and landscaping in the Sumy and Vinnytsya regions. In the conditions of the Kharkiv region, species and hybrids of larch are suitable for the planting of protective plantings and landscaping.

For the more large scale implementation of larch species and hybrids in the forestry, it is necessary to expand the forest seed base, in particular, using plus and best trees, selected in the surveyed tree stands.

**Key words:** climate; introduction; forest plantation; biometric-selection indicators; perspectives of use.

<sup>1</sup> *Svitlana Los* – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Head of laboratory of forest tree breeding of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: 057-707-80-77, +38-097-138-97-92. E-mail: svitlana\_los@ukr.net

<sup>2</sup> *Viktoria Grygoryeva* – researcher of Kharkiv forest experimental station of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: 057-707-80-30. E-mail: grygorye@rambler.ru

<sup>3</sup> *Vyacheslav Samoday* – PhD in Agricultural Sciences, senior researcher of Krasnotrostanec department of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Neskushanska str., 15, Trostyanec of Sumy region., 42600, Ukraine. Tel.: +38-067-105-46-42. E-mail: samodayv@ukr.net

<sup>4</sup> *Ihor Neyko* – PhD in Agricultural Sciences, vicedirektor of Vinnytsa forest experimental station of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Macsimovisha str., 39, Vinnytsa, 21036, Ukraine. Tel.: +38-096-273-63-67. E-mail: ihor\_neyko@ukr.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411808>  
Article received 2018.02.25  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Anatoliy Stadnik  
stadnikap@ukr.net

Soborna Square, 8/1, Bila Tserkva, 09117, Ukraine

УДК 631.95: 630.26

## Оптимізація структури захисних лісових насаджень та їх систем в агроландшафтах України

А. П. Стадник

*Розглянуто категорії і системи захисних лісових насаджень у лісомеліоративних районах України, головні деревні породи для створення ефективних захисних лісових насаджень та особливості їх росту і розвитку. Обґрунтовано шляхи створення оптимізованих систем захисних лісових насаджень, природоохоронні та екологічні пріоритети в агролісових екосистемах. У концептуальному плані оптимізована система захисних лісових насаджень різного цільового призначення має ґрунтуватися на ландшафтно-екологічних основах і забезпечувати формування стійкого агролісового ландшафту, в якому стабілізуватиметься екологічний стан, збережеться природно-ресурсний потенціал території, створюються оптимальні умови для росту, розвитку і продуктивності сільськогосподарських культур.*

*Запропоновано типологічний підхід до створення оптимізованих систем полезахисних лісових насаджень і раціональне використання фіторізноманіття деревних та кущових порід, рекомендовано асортимент деревних рослин, а також типи лісових культур для різних лісорослинних умов. Встановлено оптимальне співвідношення захисних лісових насаджень та інших категорій земель в агроландшафтах Бузько-Дніпровського лісомеліоративного району. Результати проведених досліджень можуть бути використані для створення оптимізованих захисних лісових насаджень різного цільового призначення. Збільшення полезахисної лісистості дасть можливість формувати та покращити національну екологічну мережу України, сприяти відтворенню природних екосистем та охороні агроландшафтів, успішному соціально-економічному розвитку держави. Крім того, зменшаться загрози деградації земель, створюються сприятливі умови для ведення сільського господарства.*

**Ключові слова:** степова та лісостепова лісомеліоративні області; категорії і системи; деревні породи; типи лісорослинних умов; асортимент деревних рослин.

**Вступ.** Захисні лісові насадження (ЗЛН) є основним компонентом агро- і лісоаграрних ландшафтів, тому для забезпечення їх екологічної стабілізації, створення оптимальних умов функціонування сільськогосподарського виробництва першочерговим завданням є розробка ландшафтно-екологічних основ оптимізації систем ЗЛН (Stadnik, 2000, 2004). Такий підхід сприятиме збалансованому використанню, збереженню та відтворенню ландшафтів, упровадженню положень Європейської ландшафтно-конвенції (2000 р.).

Системи полезахисних лісових насаджень позитивніше впливають на екологічний і природоохоронний стан в агроекосистемах, ніж окремо створені лісові смуги. Лісові меліорації у системі агроландшафтів сприяють покращенню екологічних, агролісомеліоративних та природоохоронних умов і забезпечують стійке функціонування аграрного виробництва. Однак лісомеліоративна інфраструктура ЗЛН, яка склалася в Україні, є недостатньо ефективною. Щорічні еколого-економічні збитки внаслідок ерозії ґрунтів перевищують 9 млрд грн.

<sup>1</sup> Стадник Анатолій Петрович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, старший науковий співробітник, завідувач кафедри лісівництва, ботаніки і фізіології рослин. Білоцерківський національний аграрний університет, площа Соборна, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна. Тел.: + 38-093-900-44-91, 8-(4563)-3-11-50. E-mail: stadnikap@ukr.net

Свідченням цього є також низька продуктивність сільськогосподарських культур у несприятливих за кліматичними умовами роки. Це є результатом поєднання інтенсивного і екстенсивного господарювання, якому також сприяє велика розораність сільськогосподарських угідь (в окремих областях до 90%). Тому поки не буде сформовано стабільної лісомеліоративної інфраструктури, країна систематично матиме значні збитки в галузі сільськогосподарського виробництва, які позначатимуться на переробній і харчовій промисловості, добробуті громадян (Furdychko & Stadnik, 2008).

Актуальність питання постає і в тому напрямку, що період створення ЗЛН у розрізі їх видових категорій за окремими землекористувачами вже не забезпечує подальших перспектив самого лісорозведення, відповідного вирішення співвідношень захисних лісів і насаджень. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва суттєво змінила структуру земельного фонду, збільшила розораність, питому вагу ріллі, що спричинило інтенсивні процеси вітрової та водної ерозії. В таких умовах суттєво зростає роль ЗЛН різного цільового призначення та їх систем, як основного стабілізуючого чинника в агролісових екосистемах. У зв'язку з цим, питання оптимізації систем ЗЛН як особливо дієвого середовища перетворюваного чинника є особливо актуальним на часі і потребує комплексної оцінки в зональному розрізі, враховуючи їх цільове призначення, просторову орієнтацію, розміщення, оптимальний склад з урахуванням типологічних характеристик, конструктивні параметри та інші лісомеліоративні характеристики.

На сьогодні необхідним є створення повних систем захисних лісів і лісонасаджень для різних територій шляхом об'єднання в єдине ціле захисних частин природних лісів, усіх створених захисних лісонасаджень, а також земель, які підлягають залісенню. Нині основною умовою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є стабілізація компонентів агроекосистем шляхом досягнення оптимального їх співвідношення, завдяки якому буде забезпечене їх стійке функціонування, а також одержання найвищої продуктивності. У концептуальному плані оптимізована система захисних лісових насаджень різного цільового призначення має ґрунтуватися на ландшафтно-екологічних основах і забезпечувати формування стійкого агролісового ландшафту, в якому стабілізуватиметься екологічний стан, збережеться природно-ресурсний потенціал території, створюються оптимальні умови для росту, розвитку і продуктивності сільськогосподарських культур. Збільшення полезахисної лісистості дасть можливість формувати та покращити національну екологічну мережу України, сприяти відтворенню природних екосистем та охороні агроландшафтів, успішному соціально-економічному розвитку держави. Крім того, зменшаться загрози деградації земель, створюються сприятливі умови для ведення сільського господарства.

**Об'єкти, методологія і методика дослідження.** Дослідження проведено в господарствах Київської, Черкаської, Сумської, Херсонської, Вінницької, Миколаївської, Харківської, Кіровоградської, Львівської, Івано-Франківської, Тернопільської областей та АР Крим.

*Об'єкти дослідження* – динаміка агроландшафтів України, полезахисних і захисних лісових насаджень різного цільового призначення та їхніх систем. *Предмет дослідження* – стан і структура земельного фонду, полезахисних і захисних лісових насаджень різного цільового призначення та їхніх систем під впливом екологічних чинників.

*Мета дослідження* полягає в розробці концептуальних засад створення оптимізованих систем захисних лісових насаджень в агроландшафтах; що сприятиме збільшенню полезахисної лісистості сільськогосподарських територій та підвищенню екологічної ролі захисних лісових насаджень різного цільового призначення.

Методологія дослідження базується на системному і комплексному підходах з вивчення ЗЛН та їхніх систем як багатофункціональних просторо-цільових форм в агроландшафтах. З цією метою розроблено комплексну методику, особливістю якої є ландшафтно-екологічний підхід до вивчення проблеми оптимізації систем ЗЛН в агроландшафтах, антропогенного впливу на функціонування і стійкості агроландшафтів, на перетворювальний вплив агролісомеліорації на антропогенні ландшафти, їх стабілізацію, фіторізноманіття деревних та кущових порід, продуктивність сільськогосподарських культур тощо.

Основні методи дослідження – польовий (натурний), камеральний. Обґрунтовано асортимент деревних та кущових порід для ЗЛН на ландшафтно-типологічній основі у розрізі природних зон України. Відібрано ключові об'єкти досліджень для створення оптимізованих систем захисних лісових насаджень у розрізі природних зон України. Детальні дослідження стану, росту, взаємодії деревних і кущових порід у ЗЛН різного цільового призначення та їх ефективності в агро- та сформованих ними лісомеліоративних системах здійснювали за загальноприйнятими в агролісомеліорації, лісовій таксації апробованими методиками, розробленими УкрНДЦЛГА (Methodical recommendations..., 1986), ВНАЛМІ (Methods of studying..., 1968, Methodological guidelines..., 1981, Methodology of system..., 1985). Математично-статистичну обробку даних проводили з використанням методів кореляційного та регресійного аналізів. Оцінку ефективності функціонування системи заходів, спрямованих на стабілізацію екосистем, здійснювали за загальноприйнятими еколого-економічними методами та методом системного аналізу.

**Результати та обговорення.** В Україні площа полезахисних лісових смуг становить 442 тис. га, а полезахисна лісистість – 1,3%. Площа інших захисних лісових насаджень становить 212 тис. га, площа під чагарниковою рослинністю – 303 тис. га.

Полезахисна лісистість у зоні Степу становить 2,2%, у Лісостепі – 1,0, в Поліссі – 0,44%. Екологічний стан агроландшафту прийнято оцінювати за співвідношенням орних земель, природних кормових угідь і лісів – для України воно повинно становити 1:1,6:3,6 відповідно. Проте наразі це співвідношення становить 1:0,23:0,3, що свідчить про сильно погіршений екологічний стан агроландшафтів України, у Поліссі – він середньо погіршений, у Лісостепу – сильно погіршений із наближенням до катастрофічного, у Степу – катастрофічний (Sozinov, Kozlov, & Serdyuk, 1998). Отже, площа ЗЛН різного цільового призначення, а також площа лісів, які виконують захисні функції, є незадовільною для стабілізації довкілля і створення умов для нормального господарювання.

Аналіз обсягів створення полезахисних і захисних лісонасаджень у країні свідчить, що площа створених полезахисних лісових насаджень (ПЗЛН) з кожним роком зменшується. Дослідження, проведені в Бузько-Дніпровському лісомеліоративному районі засвідчили, що полезахисна лісистість регіону становить від 1,8% – на території Кіровоградської обл. до 2,1-2,2% – на території Дніпропетровської і Миколаївської областей. Так, у 1991 р. вона становила 3,2 тис. га, в 1995 р. – 1,9, а в 1996 р. – 1,3 тис. га, тобто зменшилася у 2,5 рази. Створення ЗЛН у регіоні досліджено фактично виконувалось відповідно до запроєктованих обсягів, за винятком Миколаївської обл., де за період 1986-1996 рр. їх було створено лише 3,56 тис. га (майже у 3 рази менше). Отже, полезахисна і загальна лісистість Бузько-Дніпровського лісомеліоративного району є недостатньо задовільною, щоб забезпечити екологічну стабільність довкілля. Обсяги створення лісових насаджень також є мінімальними, і особливо негативним є те, що спостерігається стійка тенденція до їх зменшення. Полезахисна лісистість повинна бути збільшена не менше ніж у 2-3 рази.

Основна функція ЗЛН у Південному Степу – захист ґрунтів від вітрової ерозії. В основному, вони представлені полезахисними лісовими смугами. Лише незначна частина насаджень є яружно-балковими та яружними, і розміщені вони на обох (переважно західних) берегах Каховського водосховища. Меліоративний вплив проявляють також придорожні, приканальні та рекреаційні насадження, але через незначну їхню площу та низькі захисні характеристики деревостанів цей вплив є незначним.

Існуючі показники загальної лісистості, полезахисної лісистості в країні (Instruktion..., 1979, Pilipenko, Yukhnovskiy, & Vedmid, 2004) свідчать про те, що вони значно нижчі від встановлених нормативів. Тому держава робить перші кроки до збільшення обсягів створення ЗЛН різного цільового призначення. Так, згідно з прийнятою постановою Кабінету Міністрів України №189 від 28.02.2011 р. (Priority measures..., 2001), планувалося створити в країні 299,5 тис. га ЗЛН. Площа неугідь, на яких можливе створення протиерозійних ЗЛН, становить 1,03 млн га. Першочерговими заходами у 2001-2015 рр. було

заплановано створення 299,5 тис. га ЗЛН. Потреба у створенні лісових смуг становить 297,8 тис. га, в т.ч. полезахисних і стокорегулювальних – 155,8 і на берегах річок – 142 тис. га. Загальний обсяг створення лісових смуг по берегах річок на період 2001-2015 рр. становив 59,8 тис. га, тобто лише 42% від потреби. Обсяги створення полезахисних і стокорегулювальних лісових смуг на період 2001-2015 рр. становили лише 22% від потреби. Найбільші обсяги їх створення було заплановано у Миколаївській та Одеській областях – по 3,5 тис. га та у Вінницькій обл. – 3,6 тис. га. Не було заплановано створення таких насаджень у Хмельницькій, Чернігівській та Кіровоградській областях.

Для формування ефективно діючих ЗЛН велике значення має рівень агротехніки їх створення, забезпечення сприятливих умов для їх росту, підтримання необхідної структури лісівничих заходів, охорона, а також боротьба зі шкідниками і пожежами. У практиці лісових меліорацій ці вимоги часто не враховуються, що спричиняє зниження меліоративних характеристик і ефективності ЗЛН. Оптимальна структура полезахисних лісових насаджень за породним складом має вагоме значення для підвищення ефективності полезахисного лісорозведення у різних регіонах України.

Основним критерієм установа відстані між полезахисними лісовими смугами є захисна висота насаджень, на яку здійснюється розрахунок під час їх створення і яка може бути досягнута за додержання вимог щодо добору порід і технології створення таких насаджень. Оптимальною відстанню між поздовжніми полезахисними лісовими смугами (ПЛЗС) прийнято 35-разову розрахункову висоту дерев. Відстані між поперечними смугами не повинні перевищувати 2000 м, а на піщаних і супіщаних ґрунтах, що зазнали дефляції, – 1000 м (Guidance on the design..., 1973, Instruction..., 1979). Оптимальне розміщення ЗЛН на місцевості, розширення асортименту використовуваних порід, повний облік агентів, які чинять на них депресійний вплив, удосконалення технологій їх вирощування і лісівничого догляду може забезпечити найвищий екологічний ефект.

Створення полезахисних і стокорегулювальних лісових смуг на водозборах є визначальним для збалансованого функціонування агроландшафтів. Наразі їх рівень в Україні не відповідає потребам – всього 22%. Це віддаляє створення функціонально завершених систем ЗЛН.

Найпредставленішими у досліджуваних регіонах категоріями є полезахисні, стокорегулювальні, прибалкові і прияружні лісові смуги. Полезахисні лісові смуги створюють чистими та мішаними. Стокорегулювальні, прибалкові, прияружні та інші протиерозійні насадження створюють мішаними, з декількох деревних порід та кущів. Ширина міжрядь у Степу на звичайних чорноземах та у Лісостепу становить 2,5-3 м. Лісові смуги створюють 3-4-рядними, але не більше 5-ти рядів і шириною не більше 15 м (з урахуванням країв поля). ПЗЛС ство-

рюють на плоских вододільних і пологих схилах до 2°. Основні лісові смуги розміщують упоперек пануючим у певній місцевості суховійним, заметільним вітрам, а допоміжні – перпендикулярно основним. Стокорегульовальні, прибалкові прияружні лісові смуги створюють упоперек схилів стрімкістю понад 2°. Стокорегульовальні лісові смуги розміщують на межах польових та ґрунтозахисних сівозмін, а за довжини понад 600-800 м і всередині поля – закладають прияружні лісові смуги до меж привододільного і присіткового фондів. Прибалкові смуги створюють біля бровок еродованих балок, а прияружні – поблизу великих ярів, не ближче 3-5 м від бровки ярів. Прибалкові і прияружні лісові смуги проєктують шириною 12,3-21 м, а стокорегульовальні (снігорозподільні) – не більше 15 м.

Для Поліської лісомеліоративної підобласті, до якої входять чотири (№ 1-4) лісомеліоративні райони (Stadnik, 2004), найнеобхіднішими є створення ПЗЛС на орних не зрошуваних землях, які найсильніше зазнають впливу вітрової ерозії. Серед них, полезахисні вітрорегульовальні лісові смуги, алеїні і однорядні посадки вздовж доріг на землях сільських господарств, насадження навкруги польових станів, фермерських господарств та населених пунктів, куртинні насадження біля водних джерел, потоконаправлювані лісові смуги, лісові насадження вздовж малих річок, смугові, кулісні, куртинні, кормові лісові насадження. Потрібно досягти широкого впровадження полезахисних стокорегульовальних, водопоглинальних лісових смуг; лісових смуг на осушуваних і осушених землях; лісових смуг для боротьби із заболочуванням.

Для 2-го, 3-го і 4-го лісомеліоративних районів (Stadnik, 2004), необхідним є створення ЗЛН на землях гідрографічного фонду і пісках, у т.ч. прибалкових і прияружних лісових смуг; міжяружних масивних насаджень на еродованих схилах балок і відкосах ярів; улоговинних насаджень; куртинних лісових насаджень на сильно еродованих землях, що не використовуються у сільському господарстві; кольматуючих насаджень (мулофільтри); донних лісових насаджень; насаджень на конусах виносу; куртинних посадок біля водних джерел; потоконаправлюючих лісових смуг; лісових насаджень вздовж малих річок. Із насаджень господарсько-захисного, природоохоронного та рекреаційного призначення на сільськогосподарських угіддях та інших землях потрібне створення привитокових лісових, хвилеломних, схилових берегових лісових насаджень; ЗЛН на заболочуваних землях; лісових насаджень вздовж автомобільних доріг; озеленувальних, декоративних та оздоровчих лісових насаджень; рекреаційних лісових насаджень; лісових насаджень навкруги джерел (водозаборів) питної води.

Для лісостепової лісомеліоративної області (Stadnik, 2004), (лісомеліоративні райони № 5-13), використовують фактично всі категорії ЗЛН, за винятком лісових смуг на осушуваних та осушених землях. Поряд із тим, у західній лісостеповій лісомеліоративній підобласті категорія полезахисних лі-

сових смуг є менш розповсюдженою, а більше значення мають категорії ЗЛН, розташовані на землях гідрографічного фонду і на пісках, оскільки на перший план виходять лісомеліоративні заходи щодо боротьби з проявом водної ерозії. У лісостеповій лісомеліоративній підобласті немає меліоративно-господарських лісових та плодкових насаджень на пісках і низки категорій лісомеліоративних насаджень на пасовищах, таких як меліоративно-кормові насадження та деревні зелені зонти, а також лісових посадок на засоленних ґрунтах.

У степовій лісомеліоративній підобласті (лісомеліоративні райони № 14-22), також як і в лісостеповій лісомеліоративній підобласті, застосовуються майже ті самі категорії ЗЛН (Stadnik, 2004). Однак вищевказаний перелік доповнюється лісовими смугами та іншими насадженнями на зрошуваних землях; вітроломними лісовими смугами в садах, виноградниках, ягідниках; лісовими насадженнями на засоленних ґрунтах.

У південно-степовій лісомеліоративній підобласті (лісомеліоративні райони № 23-27), перелік категорій ЗЛН є значно меншим. Переважають агролісомеліоративні насадження, лісомеліоративні посадки на пасовищах. Із насаджень господарсько-захисного, природоохоронного та рекреаційного призначення збільшення площ потребують майже всі категорії ЗЛН. Істотно збільшується роль створених насаджень на засоленних ґрунтах.

Нами запропоновано класифікацію ЗЛН для агроландшафтів за лісомеліоративними ознаками. За основу взято класифікацію Є.С. Павловського (Pavlovskiy, 1988), але перелік ЗЛН визначено з урахуванням специфіки функціонування агроландшафтів України. Потрібно зазначити, що діючою інструкцією (Instruction..., 1979) не передбачено створення пасовищезахисних лісових насаджень. Однак враховуючи, що в Україні існують категорії лук і пасовищ, а в тваринницькій галузі – вівчарство, конярство, птахівництво тощо, такі види насаджень повинні створюватися і позитивно впливати на ефективність сільського господарства. Тому, в запропонованій класифікації ці види ЗЛН враховано.

Полезахисні лісові смуги розміщують на місцевості упоперек напрямку переважаючих вітрів. Рекомендовані нові головні породи – ясен звичайний, береза повисла, клен гостролистий для умов Степу істотно не впливають на зміну міжсмугових відстаней між основними (повздовжніми) смугами. Тому рекомендовані відстані між основними смугами (за умовами систем насаджень) забезпечують захист від несприятливих природних явищ.

Конструктивні характеристики таких смуг ґрунтуються на рекомендованому асортименті деревних порід. Насадження створюють чистими і мішаними. Крім того, до їх складу варто вводити кущові породи. Для вологодефіцитних районів Степу, які зазнають впливу пилових бур, мають нестійкий сніговий покрив, рекомендують насадження ажурної конструкції. Зважаючи на те, що в регіоні значного поширення набула водна ерозія, у складі насаджень

повинні бути кущові породи. Подекуди можна практикувати 7-рядні лісові смуги (завширшки не більше 15 м).

Аналіз лісівничо-таксаційних характеристик полезахисних лісових смуг у Лісостепу засвідчив, що рекомендовані головні породи забезпечують ефективний захист сільськогосподарських територій. Насамперед, це насадження за участю дуба звичайного, ясеня звичайного, берези повислої, деяких видів тополі тощо.

Оптимізована система ЗЛН різного цільового призначення має забезпечувати формування стійкого агролісового ландшафту, в якому стабілізується екологічна ситуація, створюються оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Система ЗЛН і лісів створюється на основі вже існуючих ЗЛН і лісів, які потрібно охороняти і використовувати, як це прийнято у лісовому господарстві, а також вводити до існуючих ЗЛН і лісів у межах агроландшафтів усю сукупність насаджень, яких не вистачає (Stadnik, 2004, Furdichko & Stadnik, 2008, 2009). На плато і орних схилах створюють систему полезахисних, вітро- і стокорегулювальних лісових смуг. Гідрографічну сітку доповнює система прибережних, прируслових, балкових, улоговинних, заплавних і терасових ЗЛН. Створення полезахисних і стокорегулювальних лісових смуг на водозборах є визначальним для збалансованого функціонування агроландшафтів.

Під час вирощування полезахисних, водорегулювальних, прибалкових і прияружних лісових смуг необхідно прагнути до створення найбільш ефективних їх конструкцій. Продувні ПЗЛС можна рекомендувати для районів з холодною і сніжною зимою, а також для районів із зимовими відлигами. Ажурні лісові смуги краще рекомендувати для сухостепових районів і тих, що страждають від пилових бур, із нестійким сніговим покривом і місць з м'якою зимою (Instruction..., 1979). ПЗЛС створюють чистими і мішаними. Зазвичай до складу ПЗЛС вводять одну головну породу. В окремих випадках для прискорення захисної дії смуг із дуба, сосни та інших дерев з повільним ростом в узлісний ряд вводять швидкорослу породу. ПЗЛС із двох-трьох рядів, створюють лише з головної породи. На ґрунтах каштанового комплексу і південних чорноземах в узлісні ряди можна вводити 20-35% низькорослих кущів (від загальної кількості садивних місць в узлісному ряду) в чергуванні з деревними породами. Лісові смуги на зрошуваних землях створюють продувної та ажурної конструкцій.

Водорегулювальні, прибалкові, прияружні лісові смуги та інші протиерозійні насадження створюють мішаними із декількох деревних порід і кущів. Конструкція таких насаджень визначається їх функціональними особливостями. У водорегулювальних смугах кущі висаджують у крайньому ряду з верхнього боку смуги, в прибалкових і прияружних – в узлісних рядах (в окремих випадках в одному, або двох середніх рядах). У крайні від бровки ряди прияружних смуг висаджують коренепарост-

кові породи, а для обнаєснення відкосів ярів – клени і робінію. Прибалкові і прияружні лісові смуги з боку пасовищ обсаджують колючими кущами.

Прибалкові і прияружні лісові смуги створюють завширшки 12,5-21 м, стокорегулювальні (снігорозподільні) – не більше 15 м. Створення ефективних систем ЗЛН певною мірою залежить від природно-кліматичних умов, ландшафтно-типологічної характеристики території, існуючої структури земельного фонду тощо. Як приклад, розглянемо системи ЗЛН, розташовані на території Куяльницької селищної ради Котовського р-ну та Балтської міської ради Балтського р-ну Одеської обл., які входять до складу Лісостепової лісомеліоративної області, Придністровсько-Подільського лісомеліоративного району (Stadnik, 2004).

Дослідження якісного стану, лісівничо-таксаційних показників полезахисних лісових смуг та їх систем у вищевказаних селищних радах засвідчили, що встановлений асортимент деревних порід, рекомендований для цих умов, значною мірою реалізовано на практиці. Вибрані для детального обстеження системи ЗЛН мають у своєму складі дубові, дубово-ясеневі, кленові, тополеві, березові, акацієві насадження. Зважаючи на те, що останніми роками полезахисні смуги практично не створюють (більша частка припадає на ЗЛН у меліоративному фонді), досліджувані насадження мають переважно середній і старший вік. Значну їхню частину становлять дубові насадження різного складу, які ростуть переважно у типі лісорослинних умов  $D_1$ . Дубові насадження в системі ЗЛН на території Куяльницької селищної ради створено гніздовим способом, у 45-річному віці мають середню висоту 14-16 м, середній діаметр – до 36 см. У підліску переважають клен татарський, бузина чорна, жовта акація. Зімкнутість крон висока – 0,8-0,9. Насадження мають непродувну або ажурно-непродувну конструкцію. Нехтування рубками догляду, густий кущовий ярус спричиняє зниження їхніх захисних властивостей. Нормальний розвиток крон у горизонтальному та вертикальному профілях сприяє формуванню потенційно ефективних насаджень, які за проведення лісівничого догляду повністю відповідатимуть своєму призначенню.

Дубові лісові смуги в господарствах Балтського р-ну представлено мішаними посадками з ясенем звичайним, ясенем зеленим, черешнею, кленом татарським. Ростуть вони також переважно в умовах  $D_1$ , досягаючи в 35-40-річному віці середніх висот і діаметра, відповідно 16 м та 35 см. Початкове їх розташування –  $1,5 \times 0,5$  м, кількість рядів – 4-7. Формують вони смуги непродувної та ажурної конструкції. Зімкнутість крон становить 0,8-0,9. Смуги мають підлісок середньої густоти та мертве трав'яне вкриття. Дуб є ефективною породою у лісових смугах, як за показниками росту, так і за формуванням лісового середовища.

Ясеневі ЗЛН представлені як чистими, так і мішаними насадженнями. У 40-45-річному віці у типі лісорослинних умов  $D_2$  ясен звичайний має висо-

ту 22 м і середній діаметр 30,4 см. Для забезпечення їхньої стійкості, особливо у типі  $D_1$ , необхідна участь дуба або супутніх порід з щільною кроною – кленів і липи.

Кленові, тополеві, акацієві ЗЛН у відповідних типах лісорослинних умов формують ефективні просторово цільові структури.

Вивчення сучасного стану полезахисних лісових смуг проводили в системах, розміщених на полях колишніх господарств ім. акад. Заболотного, «Україна» та «Зоря» Крижопільського р-ну Вінницької обл. у типі лісорослинних умов  $D_2$  на сірих лісових ґрунтах. Смуги насаджень старшого віку мають більшу кількість рядів – до 6-7, молодшого віку – до 5-ти рядів. Це, в основному, насадження дуба звичайного, дуба червоного, ясена звичайного, білої акації, черешні.

Дослідження полезахисних смуг старшого віку за участю дуба звичайного (гніздова посадка) в господарстві «Україна» свідчить, що дуб має задовільні показники росту. Так, у 45-річному віці в умовах  $D_2$  висота його досягає 13,5 м, середній діаметр – 33,5 см. Підлісок середньої густоти формують груша лісова, шипшина, клен татарський. Трав'яне вкриття мертве, але на значних ділянках є задерніння. У смугах необхідно проводити рубки догляду.

Дубові насадження створені способом рядового садіння, в основному, з початковим розміщенням  $2 \times 0,5$  м, і тільки в молодих посадках деревні рослини розташовані рідше –  $3 \times 0,7$  м.

Окрім дуба звичайного, у полезахисних смугах часто трапляється дуб червоний як у чистих, так і мішаних посадках. Чисті насадження з дуба червоного також мають задовільні показники росту, досягаючи у 48-річному віці висоти 18 м та діаметра 18-21 см. Зімкненість намету – 0,8. Деревя дуба червоного мають компактнішу крону і формують смуги ажурної конструкції. У мішаних насадженнях (у складі зазвичай ясен звичайний до п'яти одиниць та черешня) дуб червоний має задовільні показники росту за висотою і діаметром. Так, у 6-рядній смузі в умовах  $D_2$  за розміщення  $2 \times 0,7$  м дуб має висоту 11,8 м і діаметр 14 см. Зімкненість крон – 0,8, конструкція смуги – ажурна. Очищення стовбура від гілок – на висоту 1-2 м. У насажденні зафіксовано мертве трав'яне вкриття. У старших за віком смугах дуб червоний має висоту близько 17-20 м і діаметр 16,7-21 см.

Черешня у складі ЗЛН позитивно впливає на їх конструктивні характеристики (ущільнює профіль). Задовільні характеристики мають насадження ясен звичайного із дубом червоним за однакової їхньої частки у складі насаджень не тільки у старшому, але й у молодшому віці. Так, у 12-річному віці дуб і ясен мають висоту близько 6 м і діаметр – 8,5 см. Зімкненість крон – 0,8 (за початкового розміщення дерев  $3 \times 0,7$  м). Насадження формують непродувну та ажурну конструкції. У насадженнях необхідно провести рубки догляду.

Обстеження білоакацієвих насаджень засвідчило, що навіть у типі  $D_2$  акація біла з віком втрачає

свої лісівничо-меліоративні характеристики. За дво-метрової ширини міжрядь спостерігається відпад, суховершинність, на прогалинах з'являється злакова рослинність. Як і в степових умовах (звичайні чорноземи), введення акації до полезахисних смуг є недоцільним, окрім протиерозійних посадок. Черешню доцільно вводити чистими посадками (алеями) в умовах  $D_2$  або у змішуванні з ефективнішими деревними породами – дубом, ясенем, березою.

Дослідження стану і ефективності ПЗЛС здійснені у типовій для Задонецько-Донської північно-степової лісомеліоративної підобласті (Старобільський лісомеліоративний район) системі ПЗЛС (господарство «Дружба» Борівського р-ну Харківської обл., полезахисна лісистість – 1,3 %). На території господарства створено 44,5 га полезахисних лісосмуг завдовжки 43 км. Основними лісотвірними породами в лісосмугах є дуб звичайний, ясен звичайний, деякі види тополь та в'язів. У комплексі з іншими категоріями захисних лісових насаджень і агротехнічними заходами вони забезпечують сприятливі умови для доброго розвитку, збереженості і підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Оптимальна структура полезахисних лісових насаджень (ПЗЛН) за породним складом має вагоме значення для підвищення ефективності полезахисного лісорозведення у різних регіонах України. Питома вага дуба звичайного в структурі ПЗЛН Бузько-Дніпровського лісомеліоративного району становить 35 % (Stadnik, 2004). Близько 60% припадає на недостатньо ефективні ПЗЛН – із робінії псевдоакації та гледичії (34%), ясена звичайного і клена ясенелистого (21%), в'язових (2%). Узагальнення досвіду вирощування полезахисних лісових смуг на звичайних чорноземах свідчить, що найкращими лісівничо-біологічними властивостями характеризуються дуб звичайний, тому в цьому регіоні він повинен ширше використовуватися для створення полезахисних насаджень. У 40-річному віці в типі  $D_1$  він має висоту 12-13 м. На відміну від чистих за складом ясеневих насаджень, у мішаних смугах ясен звичайний характеризується кращими показниками росту. Найсприятливіші екологічні умови для нього створюються у складі таких щільнокронних порід, як клен польовий і дуб звичайний. Ясен у таких насадженнях не поступається в рості дубу.

Мішані ясеневі лісові смуги за участю акації білої, клена ясенелистого, гледичії триколючкової, в'яза граболистого за якісним станом і ростом займають проміжне місце. У всіх досліджуваних смугах з ясенем звичайним спостерігається позитивний вплив кущів на їх ріст. У таких насадженнях ясен у 30-40-річному віці має висоту 14-16 м. Вид можна вводити у полезахисні лісові насадження як головну породу, проте його частка не повинна перевищувати 30-40%. Створювати мішані лісові смуги з ясена звичайного, дуба звичайного та клена гостролистого доцільно в типах  $D_{1-2}$  ( $СГ_{1-2}$ ) та  $D_2$  ( $СГ_2$ ). Вводити акацію білу як головну породу в полезахисні лісові смуги недоцільно внаслідок її

низької екологічної стійкості і відносно незначної меліоративної ефективності. Наразі акацієві смуги потребують реконструкції.

Вивчення стану і динаміки росту лісових смуг з берези повислої свідчить, що ця порода має задовільні показники росту, досягаючи у 25-річному віці у типі  $D_1$  ( $CG_1$ ) висоти 12-17 м, тоді як дуб звичайний має таку висоту в 40–50 років. Максимальний поточний приріст берези за висотою спостерігався у 5-10-річному віці, у крайніх рядах – 0,8 м, у середніх – 1,2 м. Зниження його з віком пояснюється, насамперед, загущенням насаджень та низькою вологістю ґрунту. Березу повислу також рекомендовано використовувати для створення смуг у вказаному районі.

Задовільними показниками росту в чистих і мішаних насадженнях у лісорослинних умовах  $D_1$  ( $CG_1$ ) характеризується клен гостролистий. У 25-річному віці він має висоту 11-12 м, середній приріст за висотою – 0,5 м. Максимальний поточний приріст за висотою спостережено у перші 5-10 років (0,6 м). У чистих за складом насадженнях він забезпечує створення стійких високорослих деревостанів. Це дає змогу використовувати породу не лише як супутню, але й як головну.

У полезахисних лісових смугах добре себе зарекомендувала черешня. В умовах  $D_1$  ( $CG_1$ ) у 20-річному віці вона досягає висоти 10-11 м і поточного приросту близько 0,7 м. Формує компактну крону, характеризується ефективним очищенням від гілок. За розміщення у крайніх рядах дубових лісових смуг черешня обмежує ріст крони дуба з боку поля і сприяє формуванню продувної конструкції природним шляхом. Її можна рекомендувати як супутню породу для дуба і берези із подеревним змішуванням або змішуванням чистими рядами з розміщенням у ряду через 1,0-1,5 м. У дубових насадженнях її доцільно вводити у крайні ряди за ширини міжрядь не менше 2,5 м. Ефективність полезахисного лісорозведення значною мірою залежить від оптимального складу насаджень.

Багаторічні дослідження підтвердили, що дуб звичайний, береза повисла, ясен звичайний, клен гостролистий за своїми лісівничо-біологічними показниками є породами найефективнішими для ПЗЛН, і тому повинні отримати широке впровадження у практику полезахисного лісорозведення. При цьому частка дуба у складі насаджень, як головної породи в лісових смугах, повинна становити не менше 60%. Вводити його необхідно у сухіших типах лісорослинних умов  $D_{0-1}$  ( $CG_{0-1}$ ),  $D_1$  ( $CG_1$ ). Інші 40% повинні заповнити полезахисні смуги з берези повислої (15%), ясен звичайного (15%) і клена гостролистого (10%). Полезахисні лісові смуги з березою повислою значно раніше починають проявляти захисний вплив на міжсмугові поля, у них раніше настає період окупності і, порівняно з лісовими смугами іншого складу, зокрема із дуба звичайного, вони є ефективнішими. Однак, пропонується значно менша її частка у структурі лісових смуг пояснюється відсутністю достатньо сприятли-

вих умов місцезростання ( $CG_{1-2}$ ,  $CG_2$ ), в яких береза повисла не в змозі конкурувати з дубом звичайним.

Подібні твердження стосуються ПЗЛН з клена гостролистого та ясен звичайного, що потребують свіжіших умов зростання –  $D_{1-2}$  ( $CG_{1-2}$ ) та  $D_2$  ( $CG_2$ ).

Отже, пропонується структура полезахисних лісових смуг за породним складом повинна мати таке співвідношення: 60% – дуб, 15 – клен, 15 – береза, 10% – ясен. За такого співвідношення полезахисні лісові насадження зможуть краще використовувати потенційні можливості лісорослинних умов (у 2-2,5 рази), зберігаючи свої агролісомеліоративні характеристики і лісівничо-біологічні властивості, характерні для швидкорослих і довговічних порід (Furdichko & Stadnik, 2008, 2009).

Забезпечення повної реалізації біологічного потенціалу створюваних ПЗЛН неможливе без врахування типів лісорослинних умов. Нами запропоновано типологічний підхід до створення оптимізованих систем полезахисних лісових насаджень. У табл. 1 наведено асортимент деревних порід залежно від типів лісорослинних умов у степовій лісомеліоративній області (звичайні чорноземи).

Отже, в умовах степової лісомеліоративної області на звичайних чорноземах можна успішно вводити як головні породи березу повислу, ясен звичайний, клен гостролистий, черешню, на заселених ґрунтах – ясен гостроплідий, а в умовах лісостепової лісомеліоративної області – дуб червоний (Stadnik, 2004). У табл. 2 наведено асортимент деревних рослин залежно від типів лісорослинних умов у лісостеповій лісомеліоративній області.

У створених нами дослідно-виробничих ПЗЛС у Степу на звичайних чорноземах (господарства Лозівського р-ну Харківської обл.), у 5-рядних дубово-кленових смугах, де береза повисла була введена окремими групами у різних рядах, у 20-річному віці вона досягла висоти 13-14,5 м, а діаметра – 23,0 см. Введення берези істотно прискорює захисну дію полезахисних смуг. При висоті берези в 14,5 м висота дуба звичайного та клена гостролистого у смузі становлять лише 11,0 та 9,5 м відповідно. Вирощування ЗЛН з добром порід відповідно до типів лісорослинних умов дасть можливість значно зменшити витрати на їх вирощування, істотно підвищити їхні захисні параметри.

Полезахисні лісові смуги у степовій частині Криму представлені переважно насадженнями 20-30-річного віку. Головними породами в них є в'яз дрібнолистий, біла акація, гледичія триколючкова, маслинка вузьколиста, тополя. Для кращого змикання крон у міжряддях вважаємо за доцільне встановлювати ширину міжрядь не більше 3-3,5 м. У створюваних лісових смугах потрібно широко застосовувати змішування у крайніх узлісних рядах деревних порід з кущами, у т. ч. такими стійкими для цього району, як скуппія звичайна, вишня магалебська, деякі види свидини і жимолості. На пасовищах і сильно заселених землях потрібно створювати посадки з маслинки вузьколистої й тамариксу галузистого, формуючи їх рубками догляду у вигляді дерев.

Таблиця 1

**Асортимент деревних рослин залежно від типу лісорослинних умов у степовій лісомеліоративній області (звичайні чорноземи)**

| Деревний вид                                             | Типи лісорослинних умов (за Є. В. Алексєєвим, П. С. Погребняком, О. Л. Бельгардом)            |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Головні:</b>                                          |                                                                                               |
| Береза повисла <i>Betula verrucosa</i> L.                | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Горіх чорний <i>Juglans nigra</i> L.                     | D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ, CГ <sub>1-2</sub> ) |
| Дуб звичайний <i>Quercus robur</i> L.                    | D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ, CГ <sub>1-2</sub> ) |
| Модрина сибірська <i>Larix sibirica</i> L.               | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )                        |
| Сосна звичайна <i>Pinus silvestris</i> L.                | D <sub>0</sub> , (CГ <sub>0-1</sub> )                                                         |
| Клен гостролистий <i>Acer platanoides</i> L.             | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )                        |
| Тополя берлінська <i>Populus berolinensis</i> D.         | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Тополя дельтовидна <i>Populus deltoides</i> March.       | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Тополя китайська <i>Populus simonii</i> C.               | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Тополя (гібридні форми) <i>Populus Moskoviensis</i>      | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Ясен звичайний <i>Fraxinus excelsior</i> L.              | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| <b>Супутні:</b>                                          |                                                                                               |
| Берека <i>Sorbus torminalis</i> L.                       | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Горобина звичайна <i>Sorbus aucuparia</i> L.             | D <sub>1</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Груша звичайна <i>Pyrus communis</i> L.                  | D <sub>1</sub> (CГ <sub>1</sub> )                                                             |
| Клен польовий <i>Acer campestre</i> L.                   | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )                        |
| Клен гостролистий <i>Acer platanoides</i> L.             | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )                        |
| Липа серцелиста (дрібнолиста) <i>Tilia cordata</i> Mill. | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )                        |
| Липа широколиста <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.         | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Черешня (вишня пташина) <i>Cerasus avium</i> L.          | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Яблуня лісова <i>Malus silvestris</i> Mill.              | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |
| Ясен зелений (ланцентний) <i>Fraxinus viridis</i> Michx. | D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )                                                           |

Таблиця 2

**Асортимент деревних рослин залежно від типу лісорослинних умов у лісостеповій лісомеліоративній області**

| Деревний вид                                        | Типи лісорослинних умов (за Є. В. Алексєєвим, П. С. Погребняком, О. Л. Бельгардом)                                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Головні:</b>                                     |                                                                                                                        |
| Береза повисла <i>Betula verrucosa</i> L.           | B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>1-2</sub>                                                    |
| Горіх чорний <i>Juglans nigra</i> L.                | D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                      |
| Дуб звичайний <i>Quercus robur</i> L.               | D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                      |
| Дуб червоний <i>Quercus rubra</i> L.                | B <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                     |
| Модрина сибірська <i>Larix sibirica</i> L.          | D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Модрина європейська <i>Larix decidua</i> Mill.      | D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Сосна звичайна <i>Pinus silvestris</i> L.           | A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> |
| Клен гостролистий <i>Acer platanoides</i> L.        | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>                                                                                        |
| Тополя бальзамічна <i>Populus balsamifera</i> L.    | C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Тополя берлінська <i>Populus berolinensis</i> D.    | C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Тополя дельтовидна <i>Populus deltoides</i> March.  | C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Тополя китайська <i>Populus simonii</i> C.          | C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Тополя (гібридні форми) <i>Populus Moskoviensis</i> | C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Ялина європейська (смерека) <i>Picea excelsa</i> L. | C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                      |
| Ясен звичайний <i>Fraxinus excelsior</i> L.         | D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| <b>Супутні:</b>                                     |                                                                                                                        |
| Берека <i>Sorbus torminalis</i> L.                  | C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                      |
| Горобина звичайна <i>Sorbus aucuparia</i> L.        | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>                                                                       |
| Груша звичайна <i>Pyrus communis</i> L.             | D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>1-2</sub> , D <sub>3</sub>                                                    |
| Граб звичайний <i>Carpinus betulus</i> L.           | D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                                                        |
| Каркас західний <i>Celtis occidentalis</i> L.       | D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>                                                                     |

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| Клен гостролистий <i>Acer platanoides</i> L.                     |
| Клен несправжньо-платановий (явір) <i>Acer pseudoplatanus</i> L. |
| Липа серцелиста (дрібнелиста) <i>Tilia cordata</i> Mill.         |
| Липа широколиста <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.                 |
| Черешня (вишня пташина) <i>Cerasus avium</i> L.                  |
| Яблуня лісова <i>Malus silvestris</i> Mill.                      |

|                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
| C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub> |
| D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                   |
| D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>                                                      |
| D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>                                                      |
| D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                      |
| D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>                                                      |

Під час вибору порід потрібно повніше враховувати особливості ґрунтових умов і віддавати перевагу породам, які, за результатами 30-річного лісокультурного досвіду у даному районі виявилися найстійкішими і довговічними: ясен гостроплодий, в'яз перисто-гілчастий, гледичія триколючкова, софора японська. На менш засолених і кам'янистих ґрунтах доцільно вводити хвойні породи (сосну кримську, тую східну, яловець звичайний). Доцільно широко практикувати вирощування полезахисних лісових смуг та інших лісових насаджень на зрошуваних землях з введенням різних видів тополі, горіха волоського та інших цінних і швидкорослих порід. Для створення лісових насаджень на засолених землях доцільно використовувати такі деревні породи: біоту східну, сосну кримську, гледичію триколючкову, маслинку вузьколисту; із кушів – бирючину звичайну, жимолость татарську, аморфу чагарникову, свидину кроваво-червону, церцис канадський, тамарикс чотиритичинковий (Plugatar, 2008, Agaponov, Plugatar, Neonetta, & Shvets, 2007).

**Висновки.** Аналіз ступеня повноти і завершеності систем ЗЛН на теперішній час і необхідності їх оптимізації свідчить, що полезахисна лісистість в країні складає лише 1,3%, зокрема, у зоні Степу – 2,2%, у Лісостепу – 1,0 і в Поліссі – лише 0,4%. Отже, площа ЗЛН різного цільового призначення, а також лісів, що виконують захисні функції, є недостатньою для того, щоб стабілізувати довкілля і створити умови для нормального господарювання. Показники загальної лісистості, полезахисної лісистості в країні є нижчими від встановлених нормативів.

Сучасний стан ЗЛН та їх систем різного цільового призначення не забезпечує захищеності сільськогосподарських територій та стабільне функціонування агроландшафтів України. Недостатня їхня полезахисна лісистість та захищеність, надмірна розораність, низька частка в структурі сільськогосподарських земель умовно стабільних угідь – сіножаті, пасовища, багаторічні насадження, ЗЛН не забезпечує належної екологічної стійкості агроландшафтів.

Система ЗЛН і лісів формується на основі існуючих ЗЛН і лісів, які потрібно охороняти і використовувати відповідно до положень лісомеліоративного впорядкування, як це прийнято в лісовому господарстві, а також включати до існуючих ЗЛН і лісів у межах агроландшафтів усю сукупність насаджень, яких не вистачає для захисту територій згідно встановлених нормативів. На плато і орних схилах необхідно створити систему полезахисних,

вітро- і стокорегулювальних лісових смуг, на елементах гідрографічної сітки – систему прибережних і прируслових, балкових, улоговинних, заплавних і терасових ЗЛН. Існуючі ЗЛН, якщо їх створено з певними порушеннями, повинні випрацювати свій агролісомеліоративний ресурс, а нові необхідно створювати з урахуванням отриманих результатів досліджень.

Основним критерієм установа відстані між ПЗЛС є захисна висота насаджень, на яку ведеться розрахунок під час їх створення і яка може бути досягнута за дотримання вимог щодо добору породного складу і технологій створення захисних насаджень. Оптимальною відстанню між поздовжніми ПЗЛС є 35-разова розрахункова висота дерев.

Реалізація запропонованих підходів створення оптимізованих систем ЗЛН різного цільового призначення в агроландшафтах дасть можливість істотно підвищити їх ефективність і сприятиме якіснішому впровадженню державних лісівничих, лісомеліоративних та екологічних програм.

### Бібліографічні посилання

- Agaponov, M.N., Plugatar, Yu.V., Neonetta, O.O., Shvets, Yu.P. (2007). The composition of the protective plantings at the Steppe Crimea. Scientific herald of the National Agrarian University: Forestry. Decorative gardening, 113, 200-207 (in Ukrainian).
- Encyclopedia of agroforestry (2004). Volgograd: VNIALMI (in Russian).
- Furdychko, O.I., Stadnik, A.P. (2008). Forest land reclamations as basic factor of stabilizing of steppeecosystem. Ecology and noosferologiya, 19 (3-4), 13-24 (in Ukrainian).
- Furdychko, O.I., Stadnik, A.P. (2009). Management of agrarian landscapes by forest melioration methods on the basis of balanced development. Agroecological journal, 3, 5-12 (in Ukrainian).
- Guidance on the design and cultivation of protective forest plantations on the lands of agricultural enterprises (1973). Moscow: Head (in Russian).
- Instruction on the design and cultivation of protective forest plantations on the lands of agricultural enterprises of the Ukrainian SSR (1979). Kyiv: Harvest (in Ukrainian).
- Methodological guidelines for conducting a forest amelioration survey of sloping lands (1981). Volgograd: VNIALMI (in Russian).
- Methodology of system researches of forest agrarian landscapes (1985). Moscow: VNIALMI (in Russian).

- Methodical recommendations on anti-erosion forest plantations for slope agriculture in the Ukrainian SSR* (1986). Kharkiv: Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration (in Russian).
- Methodical recommendations on the design of a complex of anti-erosion measures in the territory of the Ukrainian SSR* (1982). Voroshilovgrad: UNII ZPE (in Russian).
- Methods of studying the complex of agro-technical and forest-meliorative measures of soil protection from wind erosion* (1968). Volgograd: VNI ALMI (in Russian).
- Pavlovskiy, E. S. (1988). *Ecological and social problems of agroforestry*. Moscow: Agropromizdat (in Russian).
- Pilipenko, O. I., Yukhnovskiy, V. Yu., & Vedmid M. M. (2004). *Systems of soil protection against erosion*. Kyiv: Zlatoyar (in Ukrainian).
- Plugatar, Yu, V. (2008). *From the forests of Crimea*. Kharkiv: New word (in Ukrainian).
- Priority measures for the creation of protective forest plantations on public lands and river basins: Decision from February, 2011.02.28, №189* (2001). Information from the cabinet of ministers of Ukraine. Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/189-2001-%D0%BF> (in Ukrainian)
- Sozinov, O. O., Kozlov, M. V., & Serdyuk, A. G. (1998). The modern degradation processes, ecological-agronomic state and estimation of agricultural lands potential for creation of ecologically clean areas for raw material and economies. *Agroekologiya and biotechnology*, 2, 54-65 (in Ukrainian).
- Stadnik, A. P. (2000). Conceptual bases of forest reclamation development for optimization of natural landscapes in Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 102, 10-16 (in Ukrainian).
- Stadnik, A. P. (2004). Zoning of Forest Melioration in Ukraine as landscape ecological basis for creation of the national optimized system of the protective forest planting. *Forestry and Forest Melioration*, 106, 137-149 (in Ukrainian).

## Оптимизация структуры защитных лесных насаждений и их систем в агроландшафтах Украины

А. П. Стадник<sup>1</sup>

Интенсификация сельскохозяйственного производства существенно изменила структуру земельного фонда, увеличила распаханность, удельный

<sup>1</sup> Стадник Анатолий Петрович – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой лесоводства, ботаники и физиологии растений. Белоцерковский национальный аграрный университет, площадь Соборная, 8/1, г. Белая Церковь, 09117, Украина. Тел.: + 38-093-900-44-91, 8-(4563)-3-11-50. E-mail: stadnikap@ukr.net

вес пашни, что вызвало интенсивные процессы ветровой и водной эрозии. В таких условиях существенно возрастает роль защитных лесных насаждений (ЗЛН) различного целевого назначения и их систем, как главного стабилизирующего фактора в агролесных экосистемах. В связи с этим, вопросы оптимизации систем ЗЛН как особо действенного средообразующего фактора являются особенно актуальными и требуют комплексной оценки в зональном разрезе, учитывая их целевое назначение, пространственную ориентацию, размещение, оптимальный состав с учетом типологических характеристик, конструктивные параметры и другие лесомелиоративные характеристики.

Цель исследований заключалась в разработке концептуальных основ создания оптимизированных систем защитных лесных насаждений в агроландшафтах, увеличении полезной лесистости сельскохозяйственных территорий и повышении экологической роли защитных лесных насаждений различного целевого назначения.

Анализ объемов создания полезной и защитных лесонасаждений в Украине свидетельствует о том, что площадь созданных полезной лесных полос с каждым годом уменьшается. Исследования проведенные в Бугско-Днепровском лесомелиоративном районе показали, что полезная лесистость региона составляет от 1,8% – на территории Кировоградской обл. до 2,1-2,2% – на территории Днепропетровской и Николаевской областей. Существующие показатели полезной лесистости в стране свидетельствуют о том, что они значительно ниже от установленных нормативов.

Оптимизированная система защитных лесных насаждений (ЗЛН) различного целевого назначения должна обеспечивать формирование устойчивого агролесного ландшафта, в котором стабилизируется экологическая ситуация, создаются оптимальные условия для развития, сохранности и продуктивности сельскохозяйственных культур. На плакорных и пахотных склонах создается система полезной, ветро- и стокорегулирующих лесных полос; гидрографическую сеть дополняет система прибрежных и прирусловых, балочных, ложбинных, пойменных и террасных ЗЛН. Создание полезной и стокорегулирующих лесных полос на водосборах является определяющим принципом для сбалансированного функционирования агроландшафтов.

Рассмотрены категории и системы ЗЛН в лесомелиоративных районах Украины, главные древесные породы для создания эффективных ЗЛН, особенности их роста в полезной лесных насаждениях различного породного состава. Обосновано пути создания оптимизированных систем ЗЛН, природоохранные и экологические приоритеты в агролесных экосистемах.

Разработан типологический подход для создания оптимизированных систем полезной лесных насаждений и рационального использования фиторазнообразия, рекомендовано ассортимент

древесных и кустарниковых пород, а также типы лесных культур для различных лесорастительных условий.

Результаты исследований могут быть использованы для создания оптимизированных ЗЛН различного целевого назначения. Увеличение защитной лесистости даст возможность улучшить национальную экологическую сеть Украины, содействовать возобновлению природных экосистем и охраны агроландшафтов, успешному социально-экономическому развитию страны. Кроме этого, уменьшатся угрозы деградации земель, создадутся благоприятные условия для ведения сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** степная и лесостепная лесомелиоративные области; категории и системы; древесные породы; типы лесорастительных условий; ассортимент древесных растений.

## Optimization of the structure of protective forest plantations and their systems in agricultural landscapes of Ukraine

A. Stadnik<sup>1</sup>

The intensification of agricultural production has significantly changed the structure of the land Fund, increased the ploughness and the proportion of arable land, causing intense processes of wind and water erosion. In such conditions, the role of protective forest plantations (PFP) of different purposes as the main stabilizing factor in agroforestry ecosystems is significantly increasing. In this regard, the issues of optimizing the systems of PFP as especially effective environment-transforming factor are particularly relevant and require a comprehensive assessment in the zonal context, taking into account their intended purpose, spatial orientation, location, optimal composition with consideration for typological characteristics, design parameters and other forest reclamation characteristics.

The purpose of the research was to develop the conceptual basis for the creation of optimized systems of protective forest plantations in agricultural landscapes,

to increase the protective forest cover of agricultural areas and to enhance the ecological role of protective forest plantations for various target purposes.

The analysis of the volume of creation of field-protective stands (shelterbelts) and protective forest plantations in Ukraine shows that the area of the created shelterbelts decreases every year. The studies conducted in the Bug-Dnieper forest-land area showed that the forest shelterbelt percentage of the region varies from 1.8% - in Kirovograd region to 2.1-2.2% - on the territory of Dnipropetrovsk and Mykolaiv regions. The existing indexes of shelterbelt cover percentage in the country show that they are significantly lower than the established standards.

The optimized system of protective forest plantations (PFP) of various purposes should ensure the formation of a steady-state agroforestry landscape which stabilizes the environmental situation, creates optimal conditions for the development, preservation and productivity of agricultural crops. On upland soils and arable slopes, a system of shelterbelts, windbreaks, and flow-regulating forest belts is created; The hydrographic network is supplemented by a system of riparian and riverian, ravine, gorge, floodplain and terraced PFPs. Creation of shelterbelts and flow-regulating forest belts on catchments is a determining principle for the balanced functioning of agricultural landscapes.

Considered are: (1) categories and systems of PFP in forest-reclamation areas of Ukraine, (2) the main tree species for the creation of effective PFP, (3) peculiarities of their growth in the field-protective forest plantations of different species composition. The ways of creation of the optimized systems of PFP, nature-protection and ecological priorities in agroforestry ecosystems are substantiated.

A typological approach has been developed to create optimized systems of field-protective forest plantations and rational use of phytodiversity, a list of woody and shrub species, as well as types of forest cultures for various forest site conditions is recommended.

The results of the research can be used to create optimized PFP of different purposes. The increase of shelterbelt percentage will enable to improve the national ecological network of Ukraine, to promote the renewal of natural ecosystems and protection of agricultural landscapes, to foster the successful socio-economic development of the country. In addition, the threat of land degradation will be reduced and favorable conditions for agriculture will be created.

**Key words:** steppe and forest-steppe forest-reclamation areas; categories and systems; tree species; types of forest site conditions; list of woody plants.

<sup>1</sup> *Anatoliy Stadnik* – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, professor, senior research scientist, Head of the Department of Forestry, Botany and Phytophysiology. Belocerkovskiy national agrarian University, Soborna Square, 8/1, Bila Tserkva, 09117, Ukraine. Tel.: + 093-900-44-91, 8-(4563)-3-11-50. E-mail: stadnikap@ukr.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411809>  
Article received 2018.03.01  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Yaroslav Fuchylo  
[fuchylo\\_yar@ukr.net](mailto:fuchylo_yar@ukr.net)  
Clinicalstr., 25, Kyiv, 03141, Ukraine

УДК 630\*2:630\*17:582.475.2(292.485)

## Ялина європейська у Правобережному Лісостепу України: перспективи використання та вдосконалення способів розмноження

Я.Д. Фучило<sup>1</sup>, О.О. Середюк<sup>2</sup>

У Правобережному Лісостепу пристигаючі деревостани (вік 51-70 років) займають 43,5% від загальної площі ялиників. Стигли і перестійні насадження становлять понад 21,0%, а молодняки – 13,9%. Загалом насадження ялини європейської характеризуються високими лісівничо-таксаційними показниками. Частка участі ялини у складі штучних насаджень регіону досліджень з часом зменшується.

Дослідження клонової лісонасінної плантації ялини (свіжа діброва, D<sub>2</sub>) показали, що найвищими показниками росту (I<sup>b</sup> клас бонітету) відзначалося клонове потомство плюсових дерев з Хмельницької та Сумської областей. Найнижчі показники росту відзначені у клонів прибалтійського походження.

Встановлено, що за рахунок використання стимуляторів росту і розвитку рослин можливе підвищення схожості насіння ялини європейської на 30,7% і приживлюваності лісових культур – на 36,8% порівняно з контролем.

Визначено оптимальні умови для ефективного клонального мікророзмноження рослин ялини європейської. Встановлено, що отримання 90% асептичних здатних до регенерації мікропагонів забезпечує по чергове витримування експлантів у 1%-му розчині AgNO<sub>3</sub> і 2,5%-му NaClO. Використання безгормонального живильного середовища з половинною концентрацією Мурасіге-Скуга сприяє отриманню значної кількості рослин-регенерантів (90%). Високу ефективність адаптації (95%) отриманих рослин до умов *in vivo* забезпечує субстрат, що містить соснову кору, деревне вугілля, торф і сфагновий мох у пропорції 3:2:1:1.

Технологія вирощування садивного матеріалу ялини європейської із закритою кореневою системою передбачає використання слабокислих субстратів (рН 6,2), вирощування однорічних сіянців у мультиплатах, наступні два роки – у контейнерах місткістю 0,5 л та три роки – у трилітрових контейнерах.

**Ключові слова:** *Picea abies* (L.) Karst; деревостани; насіння; саджанці; стимулятори росту і розвитку рослин; контейнерна культура; мінеральні добрива; клональне мікророзмноження.

**Вступ.** Ялину європейську використовують в озелененні, декоративному садівництві та лісовому господарстві для створення насаджень різного цільового призначення. Зокрема, вже близько 300 років цей вид широко використовують у декоративному садівництві Європи. У нашій країні досвід культивування ялини сягає 150-200 років – з часу

створення таких визначних старовинних парків (на сьогодні – дендропарків) як «Краснокутський», «Олександрія», «Софіївка», «Тростянець», а також найстаріших ботанічних садів – Кременецького і Нікітського. За цей період узагальнено багатий досвід застосування хвойних порід і, зокрема, ялин у різних садово-паркових ландшафтах (лісопарки,

<sup>1</sup> Фучило Ярослав Дмитрович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна. Тел. +38-067-605-91-41. E-mail: [fuchylo\\_yar@ukr.net](mailto:fuchylo_yar@ukr.net)

<sup>2</sup> Середюк Олександр Олексійович – кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора ботанічного саду. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел. +38-096-233-51-37. E-mail: [seredyk-olexandr@ukr.net](mailto:seredyk-olexandr@ukr.net)

парки, дендропарки, коніфератуми, присадибні ділянки тощо).

Створювати штучні лісові насадження з використанням ялини європейської на території Правобережного Лісостепу почали з кінця XIX століття. Її висаджували разом із дубом звичайним як швидкорослий деревний вид. Багато авторів вказували на високу продуктивність мішаних культур дуба та ялини (Holubets, 1958, Hordienko, 1967, Debryniuk, 2003), а також чистих ялинових деревостанів (Hordienko, 1953, Debryniuk, 2010, Kozlovsky, Kramarets & Tselen, 2013, Fuchylo, 2011).

В умовах Правобережного Лісостепу України ялина європейська росте у моновидових і мішаних насадженнях, більшість яких (80%) було створено у повоєнні 1945-1965 рр. (Vasilevsky, 2009). Вважалося, що такий захід у подальшому забезпечить отримання високопродуктивних, біологічно стійких деревостанів (Holubets, 1958). Проте з часом санітарний стан ялиників почав погіршуватися як в Україні (Bondar & Hordienko, 2006, Vasilevsky, 2009, Debryniuk, 2011, Kozlovsky, Kramarets & Tselen, 2013), так і за її межами (Zhigunov, Semakova & Shabunin, 2007, Grodzki, 2007, Leontovyc & Kunca, 2006).

Зважаючи на процеси деградації насаджень ялини європейської та важливе її господарське і соціальне значення, *особливої актуальності* набувають дослідження стану, росту, розвитку та підвищення біологічної стійкості ялиників у різних ґрунтово-кліматичних умовах, зокрема – у Правобережному Лісостепу.

**Об'єкти і методика дослідження.** *Об'єктом досліджень* були насадження ялини європейської різного призначення, що ростуть у Правобережному Лісостепу України.

*Предмет дослідження* – сучасний стан, особливості розмноження, ріст і розвиток ялини європейської в умовах Правобережного Лісостепу України.

*Мета дослідження* – аналіз вікової структури та поширення ялини європейської у насадженнях Правобережного Лісостепу, удосконалення способів її розмноження та підвищення інтенсивності росту.

Вікову структуру деревостанів ялини європейської визначали за матеріалами державного обліку лісів станом на 01.01.2011 року. Для дослідження динаміки площ насаджень з її участю у Вінницькому ОУЛМГ використали повидільну (5963 виділи) базу даних лісовпорядкування 2007-2011 рр. Українського державного проектного лісовпорядного виробничого об'єднання «Укрдержліспроект».

Приживлюваність і ріст саджанців ялини у дослідних лісових культурах, а також лісівничо-таксаційні характеристики деревостанів встановлювали за загальноприйнятими у лісівництві методами (Hordienko, 1979). Життєвий стан рослин оцінювали за методикою О. М. Андрєєвої та ін. (Andreeva, Bakkal, Gorshkov et al., 2002).

Під час дослідження впливу препаратів на основі стимуляторів росту і розвитку рослин на схожість

насіння ялини європейської цей показник визначали відповідно до вимог ГОСТу 13056.6-97.

Асептичні умови під час мікроклонального розмноження створювали за методами, загальноприйнятими у біотехнології (Kalinin, Sarnatskaya & Polishchuk, 1980). Експлантати культивували на базовому безгормональному живильному середовищі за приписом Мурасіге-Скуга (Murashige & Scoog, 1962) та МакКоуна-Ллойда (McCown & Lloyd, 1981).

Вплив добрив на ріст саджанців ялини європейської вивчали за методикою Б. О. Доспехова (Dospikhov, 1985). Озолення хвої для визначення вмісту макроелементів проводили за методом К. Гінзбурга. Загальний вміст сполук азоту оцінювали фотометричним методом з реактивом Несслера, фосфору – фотометрично за методом Деніже в модифікації А. Левицького, калію – полуменевим фотометром.

Для аналізу отриманих результатів застосовували методи математичної статистики (Shmidt, 1984) із залученням пакета MS Excel.

**Результати та обговорення.** Для встановлення вікової структури ялинових деревостанів Правобережного Лісостепу аналізували насадження породи в межах п'яти областей, які територіально відносяться до вказаного регіону, а саме – Вінницької, Житомирської, Київської, Кіровоградської та Черкаської. За отриманими даними на території цих областей ялинові деревостани ростуть на площі 9303 га, серед яких переважають пристиглі віком 51-70 років (рис. 1).

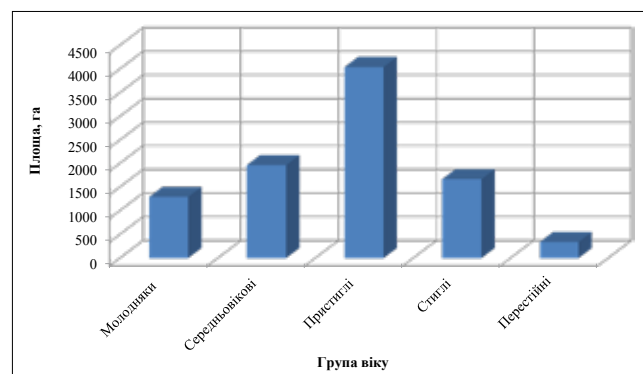


Рис. 1. Розподіл площі насаджень ялини європейської за групами віку

Порівняно невелика сумарна відносна площа молодняків (13,9%) свідчить про зменшення обсягів створення штучних ялинових деревостанів у Правобережному Лісостепу впродовж останніх чотирьох десятиліть.

Негативним аспектом стійкості ялиників на цей час є наявність значної площі, на якій ростуть стиглі та перестійні ялинові деревостани (21,0%). З цього погляду особливу увагу варто приділити насадженням ялини європейської, вік яких перевищує 50 років, оскільки саме у цьому віці нечасне проведення необхідних лісгосподарських заходів призводить до всихання деревостанів (Debryniuk, 2011, Zhigunov, Semakova & Shabunin, 2007, Fuchylo, 2011).

Аналіз повидільної бази даних лісовпорядкування чистих і мішаних деревостанів Вінницького ОУЛМГ за 2007 і 2011 рр. дав змогу відобразити динаміку площ насаджень за участю ялини європейської та встановити їхні середні лісівничо-таксаційні показники.

Так, за даними лісовпорядкування 2011 р., ялина росте у складі насаджень на площі 17134,2 га. При цьому значна частина ялинових деревостанів приурочена до лісових масивів ДП «Вінницьке ЛГ» (4144,7 га) та ДП «Іллінецьке ЛГ» (3316,7 га). Найменше насаджень за участю ялини виявлено у лісовому фонді ДП «Чечельницьке ЛГ» (70,1 га) та ДП «Ямпільське ЛГ» (27,2 га).

За період 2007-2011 рр. площа штучних насаджень за участю ялини європейської у Вінницькому ОУЛМГ збільшилася на 952,9 га (5,9%), з яких 706,1 га (4,4%) було створено у ДП «Вінницьке ЛГ».

Аналіз отриманих даних дає підставу зробити висновок про успішний ріст насаджень за участю ялини в регіоні досліджень, переважна більшість з яких характеризується I та I<sup>a</sup> класами бонітету (рис. 2).



Рис. 2. Розподіл площі насаджень за участю ялини європейської за класами бонітету

Середній бонітет деревостанів за участю ялини станом на 2011 р. становив I<sup>a</sup>,6 або на 12% вище аналогічного показника 2007 р. (I<sup>a</sup>,8), що свідчить про наявність у регіоні досліджень сприятливих лісорослинних умов для успішного росту деревостанів ялини навіть за нинішніх кліматичних змін. Підвищення середнього показника бонітету ялини європейської в насадженнях за несприятливої дії кліматичних чинників могло відбутися внаслідок попереднього відпаду біологічно нестійких, слабопродуктивних дерев.

Певним негативним аспектом є збільшення середнього віку деревостанів ялини європейської – від 43,5 років у 2007 р. до 46,0 років у 2011 році. У віці понад 45 років в ялини поза межами природного ареалу спостерігається поява збудників кореневих гнилей, що призводить до послаблення її біологічної стійкості (Debryniuk, 2011, Zhigunov, Semakova & Shabunin, 2007, Fuchylo, 2011).

Незважаючи на збільшення площі насаджень за участю ялини у Вінницькій області, існує тенденція до зменшення її питомої ваги у складі насаджень загалом. Так, упродовж п'яти років площа чистих ялинових насаджень зменшилася на 14,0% (від

675 га у 2007 р. до 592,4 га у 2011 р.), а середній показник частки участі ялини у складі мішаних насаджень зменшився на 25% (від 19% у 2007 р. до 14% у 2011 р.), що є загалом позитивною тенденцією, оскільки у мішаних насадженнях ялина відзначається вищою стійкістю до ураження збудниками хвороб і пошкодження шкідниками.

Для отримання високопродуктивних і біологічно стійких деревостанів ялини європейської важливе значення має створення насіннево-селекційної бази в межах її штучного ареалу. В цьому напрямі важливе значення мають дослідження, здійснені на клонівій насінній плантації ялини, яка знаходиться у Веприківському лісництві ДП «Фастівське ЛГ» Київської області. Встановлено, що на плантації збереглося 75,8% від загальної кількості висаджених щеплених клонів плюсових дерев ялини з усієї території України та Прибалтики. Найвищі показники збереженості, росту і продуктивності виявились у вегетативного потомства плюсових дерев ДП «Тростянецьке ЛГ» Сумської області та ДП «Старокостянтинівське ЛГ» Хмельницької області, що вказує на доцільність використання їхнього насіння для лісовідновних робіт у свіжих дібровах Правобережному Лісостепу. Найнижчими показниками продуктивності відзначалися найбільш віддалені – прибалтійські походження.

За необхідності отримання садивного матеріалу високопродуктивних чи декоративних форм ялини, корисні ознаки яких не передаються насінним шляхом, застосовують клональне мікророзмноження. У зв'язку з цим було вирішено вдосконалити метод мікротонального розмноження рослин ялини європейської та їх адаптації до умов *in vivo* (Serediuk, Chornobrov, Klyuddenko & Kolesnichenko, 2014).

Першим етапом клонального мікророзмноження є стерилізація експлантів, від успішності проведення якого залежить успіх подальшого отримання рослин-регенерантів. Для стерилізації було залучено кілька стерилізуючих речовин з різною експозицією (табл. 1).

Отже, найвищий показник (понад 90%) асептичних регенераційно здатних мікропагонів спостерігали за умови їх витримування в 1%-му розчині AgNO<sub>3</sub> упродовж 10 хв. з наступним перенесенням у 2,5%-ий NaClO на 15 хвилин.

Управління процесами диференціації і морфогенезу в культурі ізолюваних тканин і органів рослин *in vitro* відбувається шляхом внесення у живильне середовище екзогенних стимуляторів росту – ауксинів, цитокинінів, або гіберелінів. Результати їхнього впливу на регенераційну здатність відображено у табл. 2.

Встановлено, що у контролі та варіантах 1 і 2 живильних середовищ регенерація мікропагонів ялини європейської *in vitro* відбувалася шляхом активації росту наявних меристем експлантів. Значну кількість рослин-регенерантів (коефіцієнт розмноження 1:9-1:23) одержано за умови використання безгормонального живильного середовища 1/2 МС.

Таблиця 1

## Ефективність стерилізації експлантатів рослин ялини європейської

| Варіант | Стерилізуюча речовина      | Концентрація, % | Експозиція, хв | Кількість введених у культуру <i>in vitro</i> експлантатів, шт. | Ефективність стерилізації, % |
|---------|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1       | NaClO                      | 2,5             | 10             | 30                                                              | 41,2±0,12                    |
| 2       | NaClO                      | 2,5             | 20             | 30                                                              | 23,1±0,25                    |
| 3       | AgNO <sub>3</sub>          | 1,0             | 10             | 30                                                              | 37,1±0,16                    |
| 4       | AgNO <sub>3</sub>          | 1,0             | 20             | 30                                                              | 57,4±0,07                    |
| 5       | AgNO <sub>3</sub><br>NaClO | 1,0<br>2,5      | 10<br>15       | 30                                                              | 90,3±0,22                    |

Таблиця 2

## Морфометричні показники рослин-регенерантів ялини європейської на живильних середовищах різного складу

| Варіант        | Склад живильного середовища                                                                                          | Тривалість циклу культивування, дб | Довжина мікропагона, см | Кількість укоріненних мікропагонів, % | Коефіцієнт розмноження | Тип клонального мікророзмноження |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| K <sup>1</sup> | МС безгормональне                                                                                                    | 30                                 | 2,5-3,0                 | 90-100                                | 1:2-1:4                | а. р. м. е. <sup>2</sup>         |
| 1              | МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози; 1,0 мг·л <sup>-1</sup> ІОК; 0,1 мг·л <sup>-1</sup> БАП | 90                                 | 1,2-1,9                 | 90-100                                | 1:5-1:10               | а. р. м. е.                      |
| 2              | 1/2 МС безгормональне                                                                                                | 90                                 | 2,5-4,0                 | 90-100                                | 1:9-1:23               | а. р. м. е.                      |
| 3              | МС з 0,4 мг·л <sup>-1</sup> БАП; 0,1 мг·л <sup>-1</sup> НОК; 20 мг·л <sup>-1</sup> аденіну                           | 60<br>90                           | 1,2-2,0<br>2,9-4,0      | 0<br>0                                | 1:5-1:14<br>1:20-1:30  | п. м. <sup>3</sup>               |
| 4              | WPM з 1,0 мг·л <sup>-1</sup> БАП; 2,0 мг·л <sup>-1</sup> кінетину                                                    | 60                                 | 0,5-1,0                 | 0                                     | 1:8-1:10               | п. м.                            |

Примітка: 1 – контроль; 2 – активація росту меристем експланта; 3 – прямий морфогенез

Варто зазначити, що застосування варіантів 3 і 4 зумовило інтенсивне утворення мікропагонів, яке відбувалося шляхом прямого морфогенезу, за 60-90-добовий цикл культивування. Однак такі варіанти не стимулювали регенерацію кореневої системи. Показово, що культивування мікропагонів ялини європейської у варіанті 3 протягом 90 дб призводило до значного збільшення коефіцієнта розмноження мікропагонів (у 2,5 рази) та їх довжини (у два рази), порівняно з 60-добовим витриманням (відмінності статистично значущі за 5 %-го рівня значимості).

Важливим етапом мікроклонального розмноження є адаптація рослин-регенерантів до умов закритого ґрунту. Упродовж адаптації рослин після культури *in vitro* важливе значення має забезпечення відповідних рівнів живлення рослин: мінерального, повітряного, водного та дотримання поступової зміни температури й вологості повітря навколишнього середовища. Дослідження підтвердили недоцільність використання для адаптації рослин-регенерантів ялини європейської однокомпонентного субстрату через надзвичайно низьку його ефективність (не перевищує 20 %). Значну кількість адаптованих рослин-регенерантів (95 %) отримали

у варіанті з використанням соснової кори, деревного вугілля, торфу і сфагнового моху в пропорції 3:2:1:1 (рис. 3).



Рис. 3. Загальний вигляд адаптованої до умов закритого ґрунту рослини-регенеранта ялини європейської

Дослідження динаміки обсягів вирощування садивного матеріалу ялини європейської у лісгосподарських підприємствах Правобережного Лісостепу показали, що вирощування стандартних сіянців упродовж 2006-2011 рр. скоротилася майже у 2,5

рази: від 4902,3 тис. шт. у 2006 р. до 2010,9 тис. шт. у 2011 р, а саджанців – учетверо (від 100,5 тис. шт. до 25,7 тис. шт.). Такі зміни вказують на зниження попиту на садивний матеріал ялини і необхідність розроблення заходів з підвищення стійкості цього деревного виду до умов навколишнього середовища в період кліматичних змін. Потрібні нові технологічні підходи до вирощування садивного матеріалу ялини як для лісового господарства, так і для потреб озеленення.

Важливою проблемою під час вирощування сіянців ялини є забезпечення максимальної схожості її насіння. Дослідження показали, що суттєвого підвищення показників лабораторної схожості можна досягти, використовуючи препарати на основі стимуляторів росту рослин. Для пророщування насіння нами використано розчини дев'яти найпоширеніших на українському ринку препаратів: гумат+7, циркон, гетероауксин, епін, ель, бурштинова кислота, корневін, корневіт і реаком у чотирьох різних концентраціях кожен. Як контроль використовували дистильовану воду. Результати показали, що найефективнішим для пророщування насіння ялини європейської виявився препарат епін у концентрації 0,3 мл·л<sup>-1</sup>, під впливом якого відбулося підвищення відносного значення показника енергії проростання некондиційного насіння на 39,5%, а

схожості – на 30,7% та кондиційного – відповідно на 18,1 та 17,9%.

Важливу роль у проростанні насіння ялини в польових умовах відіграє субстрат, в якому його пророщують. Крім механічного складу і вологості, для проростання насіння дуже важливою є кислотність субстрату. Вивчення цього питання особливо актуальне для вирощування садивного матеріалу ялини європейської із закритою кореневою системою. Дослідження впливу субстратів з різними показниками кислотності (варіант 1 – рН 4,0; 2 – рН 4,6; 3 – рН 6,0; 4 – рН 6,2; 5 – рН 6,9; контроль – мікоризований ґрунт з-під намету ялинового насадження – рН 6,2) показали, що найвищими показниками енергії проростання, схожості насіння і середньої висоти сіянців відзначаються субстрати з рН 6,2 (табл. 3).

На кисліших субстратах (варіанти 1, 2, 3) і субстраті з рН 6,9 (варіант 5) схожість насіння та висота сіянців ялини були нижчими. Найбільш негативний вплив на схожість насіння і ріст сіянців виявив найкисліший субстрат (рН 4,0), в якому висота сіянців на 17,9% була меншою порівняно з контролем, а схожість насіння становила лише 56,7%. Отриманню високих показників схожості насіння і росту сходів на контролі сприяла наявність у субстраті мікоризи, характерної для ґрунтів під ялиновими насадженнями.

Таблиця 3

**Енергія проростання, схожість насіння та висота сіянців ялини європейської на субстратах з різною кислотністю**

| Варіант досліджу | Показник рН | Енергія проростання, % | Схожість, % | Середня висота сіянців через 30 діб з моменту сівби, мм |
|------------------|-------------|------------------------|-------------|---------------------------------------------------------|
| 1                | 4,0         | 41,0                   | 56,7        | 21,9±1,01                                               |
| 2                | 4,6         | 62,9                   | 69,4        | 23,1±0,91                                               |
| 3                | 6,0         | 66,2                   | 75,7        | 24,2±1,16                                               |
| 4                | 6,2         | 68,6                   | 83,3        | 27,4±1,04                                               |
| 5                | 6,9         | 52,4                   | 64,3        | 22,1±1,07                                               |
| Контроль         | 6,2         | 81,0                   | 83,3        | 26,7±1,13                                               |

У процесі вирощування штучних насаджень за участю ялини європейської важливе значення має технологія створення, яка забезпечувала б високий показник приживлюваності, біологічну стійкість та якнайкоротші терміни змикання крон у лісових культурах. Одним із елементів ефективної технології лісовідновлення насаджень ялини може бути використання ростових речовин для стимуляції коренеутворення і пришвидшення ростових процесів загалом.

З метою вивчення впливу стимуляторів росту на приживлюваність ялини у лісових культурах нами навесні 2010 р. було висаджено трирічні сіянці ялини європейської, кореневі системи яких попередньо намочували у розчинах циркону, вимпелу, корневину, елю та екопланту. Як контроль використовували дистильовану воду. Результати дослідження приживлюваності і росту рослин протягом вегетаційних періодів 2010 і 2011 рр. представлені в табл. 4 та на рис. 4.

Отже, всі застосовані стимулятори росту спричинили позитивний вплив на приживлюваність і ріст саджанців. Після першого вегетаційного періоду найвищу приживлюваність встановлено у сіянців, кореневу систему яких було намочено у розчині екопланту – 92,2±0,11%, що на 17% більше, ніж приживлюваність рослин на контролі.

Середній річний приріст таких сіянців за висотою становив 3,4±0,28 см, що на 73% перевищує показники контролю. У випадку застосування корневину приживлюваність рослин становила 90,3±0,59% (на 14% більше від контролю), а річний приріст – 3,09±0,18 см, (на 58% більше від контролю). Застосування циркону підвищило приживлюваність сіянців на 13%, а приріст за висотою – на 41%. У варіанті з використанням вимпелу приживлюваність була вищою відносно контролю лише на 8%, але середній річний приріст – на 43%. Отримані результати досліджень

після завершення вегетаційного періоду першого року у випадку застосування препарату «Ель» показали наявність перевищення контролю за приживлюваністю на 11 %, а за середнім річним приростом – на 13 %.

Після завершення другого вегетаційного періоду найбільше рослин збереглося у варіанті з використанням екопланту – на 37 % більше, ніж на контр-

олі. Також у цьому варіанті встановлено значний середній річний приріст саджанців за висотою (на 31 % вищий, ніж на контролі). Найвищий приріст за висотою виявився у варіанті з використанням корневину – на 43 % більше, ніж на контролі. Приживлюваність сіянців тут була більшою від контролю на 32 %.

Таблиця 4

**Приживлюваність ялини європейської лісових культурах за обробки коренів саджанців стимуляторами росту**

| Номер варіанта | Препарат                                                                                                                                                                                                                                    | Приживлюваність за роками, % |           |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|
|                |                                                                                                                                                                                                                                             | 2010                         | 2011      |
| 1              | «Циркон» (суміш гідроксикоричних кислот)                                                                                                                                                                                                    | 88,8±0,35                    | 77,1±0,42 |
| 2              | «Вимпел» (ПЕО 400 (поліетиленоксиди) – 230 г·л <sup>-1</sup> ; ПЕО 1500 – 540 г·л <sup>-1</sup> ; гумат натрію – 30 г·л <sup>-1</sup> )                                                                                                     | 85,1±0,38                    | 82,0±0,84 |
| 3              | «Корневін» (3-індолілмасляна кислота – 5 г·кг <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                               | 90,3±0,59                    | 86,1±0,65 |
| 4              | «Ель» (арахідонова кислота – 1,2 г·л <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                                        | 87,2±0,33                    | 84,6±0,74 |
| 5              | «Екоплант» (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 7,66 %; K <sub>2</sub> O – 49,29 %; MgO – 10,03 %; CaO – 12,26 %; Fe – 0,134 %; B – 0,1 %; Zn – 0,09 %; Cu – 0,024 %; Mn – 0,015 %; Cr – 0,00063 %; Mo – 0,00015 %; Co – 0,000037 % відповідно) | 92,2±0,11                    | 88,8±0,45 |
| Контроль       |                                                                                                                                                                                                                                             | 78,9±0,21                    | 64,9±0,69 |

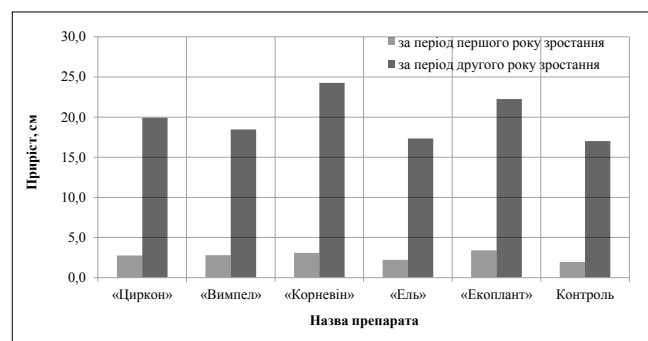


Рис. 4. Приріст ялини європейської за висотою у лісових культурах, створених з використанням стимуляторів росту рослин

Отже, для підвищення успішності створення лісових культур ялини трирічними сіянцями доцільно перед садінням кореневі системи сіянців замочувати на 16 год у водних розчинах екопланту і корневину.

Суттєвого підвищення інтенсивності росту і поліпшення фізіологічного стану висаджених на лісокультурну площу саджанців можна досягти внесенням у ґрунт мінеральних і органічних добрив. Спеціальний дослід з вивчення цього питання проводили на території розсадника Ботанічного саду НУБіП України впродовж 2011-2012 років.

Досліджували дію підживлення на ріст трирічних саджанців ялини європейської двох комплексних мінеральних добрив: «Green field» (N – 12 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 12 %; K<sub>2</sub>O – 33 %) з дозою внесення 40 г·м<sup>-2</sup> і «Новоферт універсал» (N – 20 %; NH<sub>4</sub> – 4 %; NH<sub>2</sub> – 10 %; NO<sub>3</sub> – 6 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20 %; K<sub>2</sub>O – 20 %; MgO – 1 %; Fe – 0,0045 %; Cu – 0,0045 %; Mn – 0,0225 %; Zn – 0,011 %; Mo – 0,001 %; B – 0,0135 %) – 40 г·м<sup>-2</sup>; органічного добрива «Біодобриво для хвойних

рослин» (N – 3,6 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 2,5 %; K<sub>2</sub>O – 3,2 %; Zn – 0,004 %; B – 0,006 %; Cu – 0,002 %; Mn – 0,004 %; Fe – 0,006 %; Mo – 0,0002 %) – 15 мл·м<sup>-2</sup> та однокомпонентного мінерального добрива – аміачної селітри (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 34 %) – 40 г·м<sup>-2</sup>.

Вносили добрива упродовж двох вегетаційних періодів (2011-2012 рр.) з третьої декади квітня до другої декади серпня шляхом кореневого підживлення один раз на місяць. Після підживлення рослини інтенсивно поливали водою з розрахунку 25 л води на 1 м<sup>2</sup>. Висоту рослин вимірювали тричі впродовж вегетаційного періоду (у третій декаді травня, серпня і жовтня) протягом двох років.

Встановлено, що після завершення другого вегетаційного періоду середні показники річних приростів удобрених рослин за дворічний період були вищими, ніж на контролі – від 4,3 см (14 %) до 11,2 см (56 %). Середній показник приросту за висотою у саджанців, яких підживлювали комплексним мінеральним добривом «Green field», був найвищим і становив 31,3±0,52 см, що на 56 % вище, ніж на контролі.

Отримання високих показників приросту саджанців упродовж двох років росту забезпечило також кореневе підживлення органічним добривом «Біодобриво для хвойних»: показник середнього приросту удобрених ним рослин на 32 % вищий від контролю. Встановлено, що мінеральні елементи спричиняють максимальну стимулюючу дію на ростові процеси саджанців на початку першого вегетаційного періоду. Ефективному росту саджанців сприяли також мінеральні добрива «Новоферт універсал» та аміачна селітра: середні показники приростів за два роки їх застосування складали, відповідно, 24,4±0,47 см (на 21 % більше, ніж на

контролі) та  $24,6 \pm 0,78$  см (на 22 % більше, ніж на контролі).

Внесення добрив суттєво вплинуло також на вміст макроелементів у хвої саджанців. Найбільш збалансованим він виявився у хвої рослин, підживлених мінеральним добривом «Green field» (рис. 5).

Інтенсивне підживлення саджанців ялини аміачною селітрою спричинило інтенсифікацію росту пагонів у кінці вегетаційного періоду на 133 % порівняно з контролем і нагромадження хвоею значної кількості азоту, що негативно вплинуло на їх здерев'яніння.

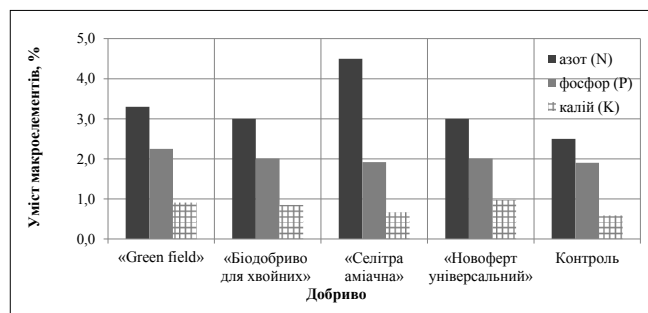


Рис. 5. Вміст макроелементів у хвої ялини європейської за дії мінерального живлення

Перспективним напрямом вирощування садивного матеріалу ялини є використання контейнерної культури. За результатами досліджень основою успішного вирощування садивного матеріалу ялини європейської в контейнерах є правильний добір субстрату і оптимальної періодичності переконтейнерування рослин. Встановлено, що найсприятливішим для вирощування ялини є слабокислий субстрат (рН 6,2), а схема вирощування саджанців передбачає висів насінин і вирощування однорічних сіянців у мультиплатах (ємність комірок 46 мл), наступні два роки – у контейнерах ємністю 0,5 л та ще три роки – у трілітрових контейнерах. На цей час середня висота саджанців становить близько 50 см. Після цього саджанці, за необхідності, можна висаджувати у відкритий ґрунт або пересаджувати у п'ятилітрові контейнери для подальшого дорощування.

**Висновки.** Ялина європейська у насадженнях Правобережного Лісостепу характеризується високими лісівничо-таксаційними показниками. Впродовж п'ятирічного періоду (2007-2011 рр.) відбулося збільшення середнього діаметра її насаджень на 9,1 % і середньої висоти на 8,8 %.

Найвищою інтенсивністю росту (I<sup>b</sup> клас бонітету) на лісонасінній плантації ялини європейської (Фастівський лісгосп, свіжа діброва, D<sub>2</sub>) відзначаються вегетативні потомства плюсових дерев з Хмельницької та Сумської областей. Найменшими ці показники виявилися у клонів прибалтійського походження.

Результати дослідження дії низки стимуляторів росту рослин на схожість насіння ялини європейської показали, що найвищу ефективність мав препарат «Епін» у концентрації 0,3 мл·л<sup>-1</sup>. Обробка ним некондиційного насіння сприяла підвищенню

показника енергії проростання на 39,5 %, схожості – на 30,7 % та кондиційного – на 18,1 і 17,9 % відповідно.

Почергове витримування експлантатів ялини європейської у 1 %-му розчині AgNO<sub>3</sub> та 2,5 %-му NaClO забезпечило отримання значної кількості асептичних здатних до регенерації мікропагонів (90 %). Найбільшу кількість рослин-регенерантів одержано за умови використання безгормонального живильного середовища з половинною концентрацією Мурасіге-Скуга. Високу ефективність адаптації отриманих рослин-регенерантів до умов закритого середовища (95 %) забезпечив субстрат, який містить соснову кору, деревне вугілля, торф і сфагновий мох у пропорції 3:2:1:1.

Обробка кореневих систем сіянців ялини європейської перед садінням препаратами корневін або екоплант забезпечує їх високу приживлюваність (на 23 % більше порівняно з контролем) та значну інтенсивність росту (в 1,5 рази вищу, ніж на контролі) після двох років росту.

Використання мінерального добрива «Green field» (N – 12 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 12 %; K<sub>2</sub>O – 33 %) для кореневого підживлення саджанців ялини європейської сприяло підвищенню інтенсивності їх росту впродовж дворічного періоду (на 55 % порівняно з контролем).

Технологія вирощування садивного матеріалу ялини європейської із закритою кореневою системою передбачає використання слабокислих субстратів (рН 6,2), вирощування однорічних сіянців у мультиплатах (ємність комірок 46 мл), наступні два роки – у контейнерах ємністю 0,5 л і три роки – у трілітрових контейнерах.

## Бібліографічні посилання

- Andreeva, E. N., Bakal, I. Yu., Gorshkov, V. V. et al. (2002). Methods of studying of forest communities. Moscow: SRI of Chemistry of SPBSU (in Russian).
- Bondar, A. O., & Hordienko, M. I. (2006). Formation of forest plantations in the dubrvas of Podillya. Kyiv: Harvest (in Ukrainian).
- Debryniuk, Yu. M. (2011). Dying of spruce forests: causes and consequences. *Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine*, 21 (16), 32-38 (in Ukrainian).
- Debryniuk, Yu. M. (2003). Influence of mixing schemes on the growth and productivity of oak and fir in forest crops of the Western Forest-steppe. *Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry University*, 13.4, 37-46 (in Ukrainian).
- Debryniuk, Yu. M., & Dumansky O. I. (2010). Growth and productivity modeling of *Picea abies* [L.] Karst. plantations as forest plantations prototype in the Western region of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 8, 83-90 (in Ukrainian).
- Dospekhov, B. A. (1985). *Methodology of field studies*. Moscow: Agropromizdat (in Russian).

- Fuchylo, Ya. D. (2011). *Plantation Forestry: Theory, Practice, Perspectives*. Kyiv: Logos (in Ukrainian).
- Grodzki, W. (2007). Spatially-temporal patterns of the Norway spruce decline in the Beskid Śląski and Żywiecki (Western Carpathians) in southern Poland. *Journal of Forest Science*, 53 (Special Issue), 38-44.
- Holubets, M. A. (1958). The use of Norway spruce for improving forest productivity on the plain part of the western regions of the Ukrainian SSR. *The Herald of agricultural Science*, 4, 51-56 (in Ukrainian).
- Hordienko, I. I. (1953). Fast-growing spruce cultures. *Proceedings of the Institute of Forestry*, 5, 147-156 (in Ukrainian).
- Hordienko, I. I. (1967). *Mutual influence of spruce and oak*. Kyiv: Scientific thought (in Ukrainian).
- Hordienko, M. I. (1979). *Methodological guidelines for the study and investigation of forest crops*. Kyiv: Ukrainian Agricultural Academy (in Russian).
- Kalinin, F. L., Sarnatskaya, V. V., & Polishchuk, V. E. (1980). *Methods of tissue culture in plant physiology and biochemistry*. Kyiv: Scientific thought (in Russian).
- Kozlovsky, M. P., Kramarets, V. O., & Tselen, Y. P. (2013). Modern tendencies and causes of Norway spruce forests drying in the Beskydy region and ways to improve their sanitary condition. *Scientific fundamentals of biotic diversity preservation*, 4 (11), 167-180 (in Ukrainian).
- Leontovyc, R., & Kunca, A. (2006). The role of fungal pathogens in the premature decay of Norway spruce stands in Slovakia. Current problems of forest protection in spruce stands under conversion. *Forest Research Institute*, 79-84.
- McCown, B. H., & Lloyd, G. B. (1981). Woody plant medium (WP 14) – a mineral nutrient formulation for microculture of woody plant species. *Ibid.* 16, 453.
- Murashige, T., & Scoog, F. (1962). A revised medium for rapid, growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15, (3), 473.
- Serediuk, O. O., Chornobrov, O. Yu., Klyudenko, A. A., & Kolesnichenko, O. V. (2014). Optimization of traditional and newest research methods of propagation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) in vivo and in vitro conditions. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 198 (1), 113-122 (in Ukrainian).
- Shmidt, V. M. (1984) *Mathematical Methods in Botany*. Leningrad: Publishing house of Leningrad University (in Russian).
- Vasilevsky, O. H. (2009). Analysis of the condition and productivity of oak-spruce forests of different ages of Podillya. *Forestry and forest melioration*, 115, 106-110 (in Ukrainian).
- Zhigunov, A. V., Semakova, T. A., & Shabunin, D. A. (2007). Mass drying of forests in the North-West of Russia. Retrieved from [http://krc.karelia.ru/krc/doc/publ2007/forest\\_biology\\_research\\_042-52.pdf](http://krc.karelia.ru/krc/doc/publ2007/forest_biology_research_042-52.pdf) (in Russian).

## Ель европейская в Правобережной Лесостепи Украины: перспективы использования и усовершенствование способов размножения

Я. Д. Фучило<sup>1</sup>, А. А. Середюк<sup>2</sup>

Сегодня в Украине и за ее пределами серьезной проблемой стало усыхание ели европейской в искусственных насаждениях разного целевого назначения. Учитывая важное хозяйственное и социальное значение ели, значительную актуальность приобретают исследования ее состояния, роста и развития в различных почвенно-климатических условиях.

Целью проведенных исследований была оценка состояния ели европейской в насаждениях Правобережной Лесостепи, совершенствование способов ее размножения и поиск путей повышения производительности и устойчивости.

Анализ возрастной структуры еловых древостоев Правобережной Лесостепи показал, что преобладающие древостои (возраст 51-70 лет) занимают 43,5% от общей площади еловых насаждений. Спелые и перестойные насаждения составляют более 21%, а молодняки – 13,9%.

В целом насаждения ели европейской характеризуются высокими лесоводственно-таксационными показателями. Значительное количество древостоев имеет средний диаметр больше 30 см и среднюю высоту более 22 м. Участие ели в составе искусственных насаждений региона исследований со временем уменьшается.

Исследования клоновой лесосеменной плантации ели европейской (Фастовский лесхоз, свежая дубрава,  $D_2$ ) свидетельствуют, что самыми высокими показателями роста ( $I^b$  класс бонитета) в этих условиях отличались клоны плюсовых деревьев из Хмельницкой и Сумской областей. Наименьшие показатели оказались у клонов прибалтийского происхождения.

Установлено, что за счет использования стимуляторов роста и развития растений возможно повышение всхожести семян ели европейской на 30,7% и приживаемости в лесных культурах на 36,8%.

Определены оптимальные условия для эффективного клонального микроразмножения растений ели европейской. Получение 90% асептических

<sup>1</sup> Фучило Ярослав Дмитриевич – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник. Институт биологических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина. Тел. +38-067-605-91-41. E-mail: fuchylo\_yar@ukr.net

<sup>2</sup> Середюк Александр Алексеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора ботанического сада. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел. +38-096-233-51-37. E-mail: seredyk-olexandr@ukr.net

способных к регенерации микропобегов обеспечивает поочередное выдерживание эксплантатов в 1 %-ном растворе  $\text{AgNO}_3$  и 2,5 %-ном  $\text{NaClO}$ . Использование безгормональной питательной среды с половинной концентрацией Мурасиге-Скуга способствует получению значительного количества растений-регенерантов. Высокую эффективность адаптации (95 %) полученных растений к условиям *in vivo* обеспечивает субстрат, содержащий сосновую кору, древесный уголь, торф и сфагновый мох в пропорции 3:2:1:1.

При исследовании действия удобрений на рост ели было установлено, что наивысшей эффективностью отличалось комплексное минеральное удобрение, содержащее: N – 12 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 12 % и  $\text{K}_2\text{O}$  – 33 %.

Подобраны эффективные субстраты для выращивания посадочного материала ели европейской с закрытой корневой системой. Разработана технология выращивания ее посадочного материала в контейнерной культуре.

**Ключевые слова:** *Picea abies* (L.) Karst.; древостой; семена; саженцы; стимуляторы роста и развития растений; контейнерная культура; минеральные удобрения; клональное микроразмножение.

## Norway spruce in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine: perspectives of use and improvement of reproduction methods

Ya. Fuchylo<sup>1</sup>, O. Serediuk<sup>2</sup>

Today, in Ukraine and abroad, the drying up of Norway spruce trees in forest plantations of different purpose has become a serious problem. Considering the important economic and social significance of spruce, studies of its condition, growth and development

in various soil and climatic conditions acquire considerable relevance. The aim of the conducted studies was to assess the condition of Norway spruce in plantations of the Right-bank Forest-Steppe zone to improve the methods of its reproduction and to find ways to increase productivity and sustainability.

Analysis of the age structure of spruce stands of the Right-bank Forest-Steppe showed that the growing stands (age 51-70 years) occupy 43.5 % of the total area of spruce stands. Ripe and over-mature stands account for more than 21 %, and young tree stands – 13.9 %. In general, the plantations of Norway spruce are characterized by high silvicultural and biometric indicators. A significant number of stands have an average diameter of more than 30 cm and an average height of more than 22 m. The share of spruce in the composition of plantations in the study region decreases with time.

Studies of the clonal forest seed plantation of *in vitro* Norway spruce (Fastiv Forestry, fresh dibrova condition,  $D_2$ ) indicate that clones of plus trees from Khmelnytsky and Sumy regions differed in the highest growth indices (I<sup>b</sup> class of bonitet). The smallest of these indicators were found in clones of Baltic origin.

It is established that due to the use of growth substances, it is possible to increase the germination of *Picea abies* seeds by 30.7 % and the survival rate of forest crops by 36.8 %.

Optimal conditions for effective clonal micro-propagation of Norway spruce plants have been determined. It was found that obtaining 90 % of aseptic regeneration-capable micro sprouts ensures alternate exposure of the explants in a 1 % solution of  $\text{AgNO}_3$  and 2.5 %  $\text{NaClO}$ . The use of a hormone-free medium with half the concentration of Murashige-Skoog promotes the production of a significant number of regenerative plants. High adaptation efficiency (95 %) of the obtained plants to *in vivo* conditions is provided by a substrate containing pine bark, charcoal, peat and sphagnum moss (3:2:1:1).

When studying the effect of fertilizers on the growth of spruce, it was found that a complex mineral fertilizer containing: N – 12 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 12 % and  $\text{K}_2\text{O}$  – 33 % was the most effective. Efficient substrates for cultivation of planting stock of Norway spruce with a closed root system were selected. The technology of cultivation of its planting material in container culture is developed.

**Key words:** *Picea abies* (L.) Karst.; tree stand; seeds; seedlings; growth substance; container culture; mineral fertilizers; clonal micropropagation.

<sup>1</sup> Yaroslav Fuchylo – full member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Scientist. Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Clinical str., 25, Kyiv, 03141, Ukraine. Tel. +38-067-605-91-41. E-mail: fuchylo\_yar@ukr.net

<sup>2</sup> Olexandr Serediuk – Ph.D. in Agricultural Sciences, Deputy Director of the Botanical Garden, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-096-233-51-37. E-mail: serediuk-olexandr@ukr.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411810>  
Article received 2018.02.08  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Vasyl Yukhnovskyi  
[yukhnov@ukr.net](mailto:yukhnov@ukr.net)

General Rodimtsev str., 19, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 712.2(47+57)

## Порівняльний аналіз класифікацій зелених насаджень населених пунктів України та пострадянських країн

В. Ю. Юхновський<sup>1</sup>, О. В. Зібцева<sup>2</sup>

*Окреслено сучасні підходи до озеленення урбосередовища: концепції зеленого простору, зеленої інфраструктури та сталість поглядів в Україні, де збереглися традиції з радянських часів. Обґрунтовано доцільність структурування зелених насаджень з компонентами, які виокремлюють фізичний вигляд, просторову мозаїчність, соціальну функцію, доступність, екосистемні послуги, збереження біорізноманіття, антропогенний вплив, функціональне призначення. Охарактеризовано поняття зеленої інфраструктурної мережі як сукупності різних видів рослинності і відкритих просторів, інтегрованих у здоров'я та якість життя людей, що підтримують і посилюють природні та екологічні процеси. Проаналізовано трансформацію класифікації зелених насаджень населених пунктів України та інших пострадянських країн. Виявлено принципові відмінності у переліку класифікаційних груп насаджень та проаналізована їхню доцільність. Виявлено недоліки класифікації зелених насаджень, використовуваної в Україні: суперечливий розподіл за групами насаджень, не чітко прописані переліки груп, наявність у двох категоріях незрозумілих «інших» насаджень. Встановлено, які саме теоретичні аспекти та деталі функціональної класифікації доцільно запозичити в інших пострадянських країнах. Розглянуто основні показники озеленення, коректність їх визначень, а також динаміка мінімальних розмірів зелених насаджень загального користування: парків, садів, скверів. Зазначено, що нормативне зниження у 5-7,5 раз мінімальної площі парків і у 25 разів – мінімальної площі скверів призводить до небажаної фрагментації зелених просторів. З'ясовано, що показники озеленення потребують чіткішого визначення та сучасної аргументації щодо їх нормативних кількісних значень. Підкреслено переваги класифікації зелених насаджень, використовуваної у Білорусії.*

**Ключові слова:** зелений простір; зелені насадження; озеленення; норма озеленення; ступінь озеленення; парк; сад; сквер; антропогенний вплив; урбосередовище.

**Вступ.** Міський зелений простір – найважливіший вид використання міських земель, що підвищує життєздатність міст (Fung et al., 2008), впливає на їхнє середовище, робить міста привабливими не лише для своїх громадян, але й для відвідувачів та інвестицій (Arvanitidis et al., 2009), сприяє відновленню психологічної втоми, слугуючи ресурсом для фізичної активності, знижуючи смертність

і рівень стресу (Schipperijn et al., 2010), відіграє важливу і позитивну роль у глобальному вуглецевому циклі, зменшенні ефекту міського теплового острова та зміни клімату, наданні екосистемних та естетичних послуг (Ramos-Gonzalez, 2014), сприянні гармонійному взаємозв'язку між людиною та природою (Wang et al., 2012). Природні території наповнюють життя людей натхненням та емоціями,

<sup>1</sup> Юхновський Василь Юрійович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-067-720-32-16. E-mail: [yukhnov@ukr.net](mailto:yukhnov@ukr.net)

<sup>2</sup> Зібцева Ольга Василівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ландшафтно-архітектурної та садово-паркового будівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-835-77-74. E-mail: [stplut2017@gmail.com](mailto:stplut2017@gmail.com)

мають вирішальне значення для функціонування сучасного міста та добробуту мешканців, є ключовими компонентами стійких урболандшафтів (Ros-tami et al., 2015).

Наразі в Україні не використовується ні концепція зеленого простору, ні зеленої інфраструктури, залишається невизначеною спроможність застосовуваної класифікації зелених насаджень слугувати сучасним урбаністичним ідеям.

Процес урбанізації призводить до зменшення природних і штучно озелених територій на користь забудови, яка все більш переушільнюється, внаслідок чого зростають техногенні навантаження і забруднення міського середовища (Teodoronskiy et al., 2011). В основі ландшафтно-організації території міста лежить створення єдиної системи озеленення, яка виконує середовище захисні і середовище формуючі функції.

Міська структура – просторово-динамічний, «живий організм», в якому система озелених просторів розглядається не як обмежувач розвитку, а як каталізатор і стимулятор, здатний надати простору більш придатне для життя якісне середовище (Vogolina, 2011). Побудова ефективної та гармонійної міської екологічної мережі та підтримка стійкого життєвого середовища у відповідь на швидку урбанізацію є ключовими питаннями, що потребують вирішення (Li et al., 2015).

**Об'єкти та методика досліджень.** *Об'єкт досліджень* – система зелених насаджень населених пунктів України. *Предмет досліджень* – понятійно-термінологічний аспект систематики (типології) зелених насаджень населених пунктів України.

*Мета роботи* – оцінити прогресивність і досконалість сучасної функціональної класифікації зелених насаджень населених пунктів України на основі порівняння її із використовуваною раніше (у повоєнні 50-ті роки) та з використовуваними наразі в інших пострадянських країнах.

Типологія як метод дослідження широко використовується в різних галузях, а типологічна класифікація як метод та наукова дисципліна є міцним інструментом, що дає змогу систематизувати наявні знання, легше отримати інформацію, виокремити невідомі факти і з'єднати старі знання з новими в єдину систему (Younga et al., 2014). Причому, розвиватимуться типології, які використовуються як інструмент планування, а ті, що не мають специфічного, місцевого розуміння елементів, мають обмежену цінність. Структурування можуть включати фізичний вигляд, просторовий ступінь та складність, соціальну функцію, власність та доступ, кількість та якість наданих екосистемних послуг, роль у збереженні біорізноманіття, інтенсивність впливу людини, відповідне призначення у плануванні та просторовій стратегії (Braguinho et al., 2015).

Дослідження здійснено на основі аналізу нормативних і літературних джерел та порівнянні різних методів класифікації систем озеленення міст з використанням системного підходу. Розглядається українська класифікація у динаміці з радянських

часів (взяті дані 50-х років минулого сторіччя і сучасні нормативи), її відмінність від сучасної класифікації, прийнятої у пострадянських країнах (Росії, Білорусії, Молдові, Грузії).

**Результати та обговорення.** У підході до озеленення урбосистем існує принципова відмінність між пострадянськими та європейськими й іншими країнами світу. В Україні, як і в колишньому Радянському Союзі та в сучасних пострадянських країнах, традиційно озеленені території здебільшого розглядають і понятійно регламентують як «зелені насадження», на відміну від країн Європи, Америки та решти країн світу, де використовують поняття «зелені простори» (території), що виглядає більш системно і обґрунтовано.

Міський зелений простір – це всі рослинні покриття у містах та навколо них, включаючи міські ліси, пасовища, парки, сади, зелені дахи, міські ферми та вуличні дерева, які надають екосистемні послуги і відіграють важливу роль у пом'якшенні негативних наслідків, зумовлених урбанізацією (Yu et al., 2017).

На пострадянському просторі поняття зеленого простору застосовують, наприклад, у Литві, де за використанням «незалежні зелені простори» поділяють на рекреаційні; наукові, культурні і меморіальні; захисні та екологічні, а «залежні зелені простори» – на озеленення житлових, публічних, промислових, складських, комерційних територій; інженерної інфраструктури; рекреаційне озеленення (Brinkyte, 2013).

Найсучасніший погляд на міську систему озеленення – концепція зеленої інфраструктури. Зелена інфраструктурна мережа – це сукупність різних видів зелені і різних видів відкритих просторів, пов'язаних вулицями, водними шляхами і дренажами, що поєднують міські райони в усіх просторових масштабах (Mansor et al., 2012). Зелена інфраструктура є взаємозв'язаною мережею принципово поліфункціональних природних територій та інших зелених просторів, інтегрованих у здоров'я та якість життя людей, що підтримують і посилюють природні та екологічні процеси. У цьому напрямку існують кількісні стандарти, висувуються абсолютні мінімальні вимоги, мінімальні розміри. Впродовж останнього десятиліття зелена інфраструктура перетворилася з нової ідеї на визнану практику планування. Загальноприйняті терміни визначають взаємозв'язану мережеву концепцію та диференціюються за шкалою, за якою відбувається планування зеленої інфраструктури і яка може бути вдосконалена на всіх рівнях – від найбільшого і до найменшого ландшафту (Allen, 2012). Швидка урбанізація та пов'язана з нею розбудова сірої і зеленої інфраструктур забезпечила підґрунтя для капітального перегляду стандартів та моделей зеленого простору (Jim & Chen, 2003).

О. Vodyanik (2017) виділяє 34 основні функції міських зелених насаджень, але базовою функцією системи міського озеленення вважає задоволення потреби містян у здоров'ї. За його даними, у

1970-1990 рр. в СРСР була випущена велика кількість нормативних положень, які регламентували площі, типи і види функціонального озеленення, а з початку 1990-х міське озеленення перестали сприймати як інфраструктуру, що визначає здоров'я міст, натомість виникла уява про виключно естетичну складову.

За діючими в Україні нормативами зелені насадження населених пунктів класифікують за просторовою (міські і заміські) і функціональною ознаками (зелені насадження загального користування, обмеженого користування і спеціального призначення). Другий розділ документу «Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України» містить визначення термінів, відповідно до яких озеленення населених місць є синонімом системи зелених насаджень населених пунктів, а класифікація за функціональною ознакою виглядає наступним чином (дослівно, виділимо суперечливі моменти, на яких зупинимось детальніше).

Зелені насадження загального користування – насадження, які розташовані на території загальноміських і районних парків, спеціалізованих парків, парків культури та відпочинку; на територіях зоопарків та ботанічних садів, міських садів і садів житлових районів, міжквартальних або при групі житлових будинків; скверів, бульварів, насадження на схилах, набережних, лісопарків, лугопарків, гідропарків та інших, які мають вільний доступ для відпочинку.

Зелені насадження обмеженого користування – насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств і складських зон, санаторіїв, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ та інші.

Зелені насадження спеціального призначення – насадження транспортних магістралей і вулиць; на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств; виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електропередач високої напруги; лісомеліоративні, водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні, насадження розсадників, квітникарських господарств, пришляхові насадження в межах населених пунктів.

Кардинальна відмінність української класифікації від російської полягає в тому, що в Росії вуличні насадження віднесені до насаджень загального користування, а насадження зоопарків і ботанічних садів – навпаки, до насаджень спеціального призначення, в чому часто плутаються й українські вчені (Potapenko & Kuznetsov, 2009). І, якщо в нашій українській класифікації віднесення вуличних насаджень до насаджень спеціального призначення здається цілком логічним, то що стосується зелених насаджень зоопарків і ботанічних садів, існуючий розподіл не видається достатньо переконливим. На нашу думку, доцільнішим було б віднесення цих об'єктів або до спеціального призначення (як таких, що виконують важливу спеціальну функцію),

або хоча б до обмеженого користування (як зелені насадження на території наукових установ). До речі, в низці регламентуючих документів РФ чітко прописано, що до зелених насаджень загального користування відносять такі, що мають вільний доступ для необмеженого кола осіб, а до зелених насаджень обмеженого користування – зелені насадження на земельних ділянках, призначених для рекреаційних цілей, доступ до яких здійснюється на платній основі або обмежений особливим режимом використання (Smirnov, 2009), що цілком підходить до території наших ботанічних садів і зоопарків.

Варто зазначити, що ще у 50-х роках ХХ ст. вважалося неправильним віднесення ботанічних і зоологічних садів і спортивних майданчиків до однієї категорії із садами і скверами (Лура et al., 1952; The handbook of architect, 1946). Натомість вважалося правильним віднесення ботанічних і зоологічних садів до насаджень спеціального призначення, а спортивних майданчиків – до фізкультурних споруд.

Ще логічнішим виглядає розподіл зелених насаджень у сучасній класифікації Білорусі, де зелені насадження поділені не на три, а на п'ять категорій і за вуличними насадженнями закріплена окрема ніша (група насаджень), що, вважаємо, цілком обґрунтовується її особливим місцем, значимістю як у планувальній структурі міста, та і виконуваного нею на території населених пунктів комплексу функцій, насамперед санітарно-гігієнічних та естетичних (Order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Belarus Republic, 1998).

Віднесення в сучасній українській класифікації до категорії зелених насаджень загального користування «міжквартальних садів або при групі житлових будинків» також є відмінністю від класифікації повоєнної, за якої виділялася категорія, що мала загальну назву «внутрішньо кварталні зелені насадження або насадження обмеженого користування», до якої належали присадибні сади і паісадники.

Не достатньо логічним виглядає віднесення до насаджень загального користування насаджень на схилах. У будь-яких складних умовах профілюючою є екологічна (природозахисна) функція зелених насаджень, тому їх місце, на нашу думку, серед протиерозійних насаджень, тобто в категорії насаджень спеціального призначення, як це зафіксовано у законодавстві, наприклад, Грузії (Gedevanishvili, 2006).

Наявність у переліку двох функціональних груп «інших» зелених насаджень зумовлює суперечності й непорозуміння, зокрема, у щорічній статистичній звітності про зелене господарство України, до якої виникає багато запитань (Zibtseva, 2017).

На жаль, ніде в українській класифікації не згадується категорія «міські ліси», які у повоєнні роки входили до категорії зелених насаджень загального користування і навіть передбачався окремий норматив, яку площу вони мали складати на душу населення. З огляду на наукові джерела, у багатьох країнах світу поняття «міський ліс» стосується будь-якої деревної рослинності на міській тери-

торії. Наприклад, у законодавстві Молдови чітко прописано, що до зелених насаджень населених пунктів не відноситься рослинність лісового фонду. Натомість, для Грузії характерне віднесення лісів до групи зелених насаджень спеціального призначення (Gedevanishvili, 2006), а в законодавстві Білорусі (Order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Belarus Republic, 1998) «невпорядковані лісові масиви» в межах населених пунктів належать до групи «інших об'єктів рослинного світу», яку можна розглядати як тимчасову, тому що у класифікації зазначається, що на її базі створюють насадження однієї із решти груп насаджень (загального користування, обмеженого користування, спеціального призначення, на вулицях населених пунктів). Цінність цієї класифікації полягає в тому, що тут чітко прописано положення про неможливість забудови на місці лісових масивів у межах населених пунктів, що, внаслідок неякісності українського законодавства, відбувається повсюдно. Небезпека ж законодавчої класифікації республіки Молдова полягає в тому, що, якщо галузь або ресурс не керується з одного органу, вони перестають бути системою. Про це забувають і в Україні, де озелененням опікується житлово-комунальне господарство.

Навіть для території м. Києва, де наразі районні адміністрації відсутні, згадка у визначенні зелених насаджень загального користування «на території загальноміських і районних парків» є зайвою. Більш вдалим, порівняно з українським, виглядає термінологічне визначення насаджень загального користування у Білорусі. Замість довгого і не зовсім зрозумілого переліку садів і парків з вказівкою класифікації, приналежності або підпорядкування, чітко прописано: містить «багатофункціональні і спеціалізовані парки». У білоруській класифікації немає понятійної різниці між парками і садами, сади (як місця рекреації) не згадуються. Хотілося б запозичити з переліку зелених насаджень Білорусі до нашої класифікації «зони короточасної рекреації біля води, озеленені ділянки суспільних центрів загальноміського і районного рівнів, призначені для організації різних форм масового відпочинку населення», і тим самим позбутися непевних «інших» насаджень у нашому переліку. Один із основних недоліків будь-якої типології – непевність і неточність, якої необхідно позбутися.

Коректніше виглядає й білоруський понятійно-термінологічний перелік зелених насаджень обмеженого користування, де чітко вказана функція цієї групи насаджень (для повсякденного відпочинку населення), окреслюється територіальний характер, встановлено види забудови, вказано для кого вони призначені (для обмеженого контингенту відвідувачів), що дає змогу виключити з переліку «інші» насадження. Мабуть, в ідеалі доцільно було б запозичити у білорусів визначення і цієї групи насаджень.

Віднесення в нашій класифікації зелених насаджень промислових підприємств і складських зон

до насаджень обмеженого користування є логічним з погляду підвищення добробуту обмеженого контингенту працюючих на цих підприємствах. Але з погляду специфічних шкідливих умов таких територій і важливості санітарно-гігієнічних функцій зелених насаджень на даних територіях, доцільно віднести цю групу об'єктів до зелених насаджень спеціального призначення, як це й було в повоєнні роки – «на ділянках промислових підприємств всередині селітебної території» та «на території промислових підприємств, нафтобаз і складів» на замських (позаселітебних) територіях.

Варто зазначити, що зелені насадження культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ, які наразі належать до зелених насаджень обмеженого користування, у повоєнні 50-ті роки відносили до зелених насаджень спеціального призначення у вигляді насаджень стадіонів та іподромів. Детальний перелік насаджень цієї категорії дав би змогу позбутися сумнівної трактовки «інших» насаджень.

Вважаємо доцільним прописати у переліку зелених насаджень спеціального призначення категорію «зелені насадження протипожежних зон», як це зроблено, наприклад, для території Санкт-Петербурга (Smirnov, 2009), де необхідність такої дії продиктована сучасним станом речей і навіть змінами клімату. Доцільно додати до цієї групи насаджень зазначене в сусідніх державах у цій же групі насаджень «озеленення дахів житлових і промислових будівель».

Порівняно з повоєнними роками, зникла окрема категорія «насадження захисного значення (у середині контуру селітебної території)». На жаль, наразі в українській класифікації не згадується приналежність дендрологічних парків і заповідників, які у повоєнні роки було віднесено до зелених насаджень спеціального призначення. Крім того, у 50-ті роки до зелених насаджень спеціального призначення належали насадження стадіонів, іподромів, а також на ділянках промислових підприємств всередині селітебної території, які тепер належать до насаджень обмеженого користування. У білоруській класифікації до цієї групи належать також насадження прибережних і берегоукріплювальних смуг та інші, призначені для виконання інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, науково-дослідних та інших функцій, – тобто для цієї групи насаджень характерна не рекреаційна, а інші функції.

Подібно до сучасної білоруської класифікації, у 50-ті роки виділяли окрему групу – вуличні лінійні насадження на селітебній території і насадження вздовж приміських доріг на позаселітебній (приміській) території (Лура, 1952).

До «інших об'єктів рослинного світу», крім згаданих неспорядкованих лісових масивів, у білоруській класифікації віднесено насадження, які збереглися після знесення індивідуальної забудови, рекультивовані звалища, полігони та кар'єри, насадження в зонах ліній електропередач, інженерних мереж комунікацій, плодові сади, що втратили своє

виробниче значення, тимчасово озеленені території (Yerilin, 2014).

У Республіці Молдова також застосовується поняття зелених насаджень, які є архітектурно гармонізованими системами, утвореними з елементів ландшафтного комплексу в межах міста і сільських населених пунктів (природні ландшафти в межах міста, ділянки водотоків і водойм, дорожні, садові і житлові споруди) (Law of the Moldova Republic, 1999). На наш погляд, визначення не достатньо повне і логічне. Але, надважливою деталлю закону є те, що в ньому прописана функція зелених насаджень – збереження водних ресурсів, що необхідно зробити і в законодавчих актах України. Не включається до зелених насаджень населених пунктів рослинність, яка входить до лісового фонду, захисні зони і смуги річок і водойм, лісозахисні смуги, деревно-кущові насадження вздовж шляхів сполучення, фонд природних територій, що охороняються державою, лісозахисні зони гідрометорологічних станцій і постів, а також водозаборів (Gedevanishvili, 2006).

Для Грузії характерна спроба перейти від зелених насаджень до озеленених територій. Відповідно до прийнятої у Грузії класифікації, озеленені території поділяються за призначенням на три аналогічні колишній радянській класифікації категорії – суспільні (загального користування), обмеженого користування і спеціального призначення. До суспільних озелених територій належать найбільші планувальні елементи системи (парки, сади, сквери, бульвари, лісопарки та ін.), використовувані з метою рекреації. До озелених територій обмеженого користування – двори промислових, навчальних, наукових, культурних, медичних установ та інші режимні території, спортивні споруди обмеженого користування. До категорії зелених насаджень спеціального призначення належить озеленення вулиць і площ, ліси, схили, розсадники, кладовища, зони санітарної охорони. Загалом, поелементно тут немає розбіжностей із українською класифікацією.

За викладеними в «Правилах утримання...» (Rules for the maintenance of green plantations in settlements of Ukraine, 2006) термінологічними нормативами, парк – це самостійний архітектурно-організаційний комплекс площею понад 2 га, який виконує санітарно-гігієнічні функції та призначений для короткочасного відпочинку населення. Сади – упорядковані масиви зелених насаджень площею від 2 до 6 га, призначені для короткочасного відпочинку населення. Сквер – упорядкована

й озеленена ділянка площею від 0,02 до 2,0 га, яка є елементом архітектурно-художнього оформлення населених місць, призначена для короткочасного відпочинку населення.

Потрібно зазначити, що за нормативами Діпломата УРСР (РДМУ 204 УССР 041-84) було рекомендовано значно більші площі зазначених об'єктів. Так, розміри міських парків змінювалися в межах 10-15 га, міських садів – від 5 до 10 га, скверів – від 0,5 до 3,0 га. Водночас, на практиці допускалося відхилення від нормативів: сквери мали площу від 0,1-0,2 і до 4-5 га.

Таким чином, сучасна нормативна мінімальна площа парку знизилася порівняно з повоєнними роками (1947 р.) у 5-7,5 разів, що свідчить про фрагментацію зелених насаджень, яка не підтримується світовим науковим співтовариством, тому що це призводить до зниження якості системи зелених просторів. Категорія «сади» житлових кварталів останнім часом взагалі зникає з нормативного переліку, що на практиці одразу ж спонукає до ущільненого будівництва на їх територіях. Зменшення мінімальної площі скверів у 25 разів (з 0,5 до 0,02) залишило шпаринку, за якою дрібні озеленені ділянки вуличного озеленення (нинішня категорія зелених насаджень спеціального призначення) «перетягуються» до категорії зелених насаджень загального користування, що дає змогу покращити показник забезпеченості зеленими насадженнями загального користування, наблизивши його до задекларованої у ДБН 360-92 норми озеленення.

За останніми радянськими нормативами розмір парків складав не менше 6 га. Розмір районного саду в Грузії наразі повинен складати не менше 4, мікрорайонного – не менше 1 га. Розмір скверів змінюється від 0,2 до 2-3 га. Парки у Молдові – зелені насадження площею понад 20 га, сади – від 3 до 20 га, сквери – до 3 га. У Білорусії загальноміські парки (сади) мають площу від 5 до 50 га (у великих містах – 100 га і більше), сквери – від 0,15 до 3 га, а парки (сади) районів житлової і змішаної забудови – до 5 га (табл. 1).

Великі за площею зелені масиви ще в 50-ті роки минулого сторіччя вважалися бажанішими з естетичних та екологічних міркувань (Lyra et al., 1952). Зменшення розміру зелених площ на рівні ландшафту означає фрагментацію міського зеленого простору, яка знижує його якість (Gupta et al., 2012). З цього погляду нормативи щодо мінімальних розмірів зелених насаджень загального користування в Україні виглядають найгірше.

Таблиця 1

## Нормативні розміри парків, садів і скверів у різних країнах, га

| Об'єкт | Україна       |               | Білорусія  | Грузія | Молдова | Росія         |
|--------|---------------|---------------|------------|--------|---------|---------------|
|        | на 01.01.2006 | на 01.01.1952 |            |        |         |               |
| Парк   | ≥ 2           | 10-15         | 5-50 (100) | ≥ 6    | > 20    | ≥ 6           |
| Сад    | 2-6           | 5-10          | ≤ 5        | ≥ 4    | 3-20    | ≥ 4           |
| Сквер  | 0,02-2        | 0,5-3         | 0,15-3     | 0,2-3  | ≤ 3     | не нормується |

Норма озеленення – площа озелених територій загального користування, яка припадає на одного жителя (Rules for the maintenance of green plantations..., 2006). Варто зазначити, що саме таке визначення є тлумаченням терміну «забезпеченість зеленими насадженнями загального користування», яке характеризує існуючу ситуацію у населеному пункті, а при визначенні норми озеленення доцільно додати, що відповідно до вимог Державних будівельних норм, це «мінімальна нормативна площа».

Ступінь озеленення – відношення площі озелених територій до загальної площі міста, одиниці його адміністративного поділу або окремої функціональної території, розрахована у відсотках (Rules..., 2006). На жаль, навіть у різних нормативних документах є різні інтерпретації і розбіжності. Так, у ДБН України («Містобудування. Склад і зміст плану зонування території») термін «ступінь (або рівень) озеленення» підміняється терміном «коефіцієнт озеленення», що вносить непотрібну плутанину. Те ж саме спостерігається і в аналогічних документах Російської Федерації. Коефіцієнт, зазвичай, величина безрозмірна, тому його вираження у відсотках виглядає не коректно.

У повоєнні роки норми площі зелених насаджень на одного жителя (на душу населення), зокрема норма зелених насаджень загального користування (душова норма) порівнювалися з нормативами, які не можна було вважати встановленими, оскільки ще не було загальноприйнятої номенклатури зелених насаджень загального користування (Lyra et al., 1952).

До 1930-1931 рр. було рекомендовано норму зелених насаджень для нових міст від 20,5 до 36,0 м<sup>2</sup> на жителя, у т.ч. лісу – 12-20 м<sup>2</sup>/чол. (табл. 2).

Таблиця 2

**Динаміка норми озеленення на території населених пунктів України**

| Період, рік  | Норма озеленення, м <sup>2</sup> /люд. | Примітки                           |
|--------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| До 1930-1931 | 20,5-36                                | у т.ч. лісу 12-20 м <sup>2</sup>   |
| 1934         | 30                                     |                                    |
| 1940         | 15-21                                  | мінімальна                         |
| 1944         | 15-20                                  | мінімальна                         |
| 1952         | 25-26                                  | у т.ч. парків 18-19 м <sup>2</sup> |
| 1984         | 16-20                                  |                                    |
| 1992         | 6-17                                   |                                    |

У 1934 р. було запропоновано норму зелених насаджень загального користування у розмірі 30 м<sup>2</sup> на жителя, а в 1940 р. академія комунального господарства рекомендувала норму в 15-21 м<sup>2</sup>/люд. У 1944 р. академія архітектури СРСР запропонувала диференціювати душову норму зелених насаджень залежно від площі населеного пункту – 15-20 м<sup>2</sup>/люд. На думку авторів (Lyra et al., 1952),

такі норми потрібно розглядати як мінімальні. У проектно-планувальній практиці Діпроміста УРСР застосовували диференційовані душові норми зелених насаджень загального користування (The regulations of designing of cities and settlements of urban type, 1947), які автори вважали оптимальними і за якими норма зелених насаджень у містах з населенням 10-50 тис. мешканців складала 25-26 м<sup>2</sup>/люд., у тому числі норма паркових насаджень становила 18-19 м<sup>2</sup>/люд.

Норма внутрішньоквартальних зелених насаджень (насадження обмеженого користування) була встановлена керівництвом УРСР ще у 1931 р. в розмірі 10 м<sup>2</sup>/чол., а на практиці збільшувалася до 15-20 м<sup>2</sup>/люд. і більше. Її величина була обернено пропорційна поверхні забудови.

Дані табл. 2 свідчать, що в Україні існує тенденція до скорочення норми озеленення, причому за період майже у сто років – більше, ніж удвічі, що наразі суперечить загальноприйнятому курсу на створення стабільного екологічного балансованого ґрунтосередовища.

**Висновки.** Класифікація зелених насаджень, яку використовують в Україні, має низку недоліків: суперечливий розподіл за групами насаджень; не послідовно викладено переліки груп, не чітко прописані їхні визначення; наявність у категоріях загального і обмеженого користування незрозумілих термінів – «інших» насаджень.

У нормативах щодо зелених насаджень загального користування простежується зниження їх величин, тобто узаконена фрагментація зелених просторів. Самі показники озеленення потребують більш чіткого визначення, а також сучасної аргументації щодо їх нормативних кількісних значень.

Порівняльним аналізом встановлено, що класифікація зелених насаджень Білорусі є досконалішою на відміну від інших пострадянських країн.

**Бібліографічні посилання**

- Allen, W. L. (2012). Environmental reviews and case studies: Advancing Green Infrastructure at All Scales: From Landscape to Site. *Environmental practice*, 14 (1), 17-25. <https://doi.org/10.1017/S1466046611000469>
- Arvanitidis, P. A., Lalenis, K., Petrakos, G., & Psycharis, Ya. (2009). Economic aspects of urban green space: a survey of perceptions and attitudes. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 11 (1/2/3), 143-168. <https://doi.org/10.1504/IJETM.2009.027192>
- Braquinho, C., Cvejić, R., Eler, K., Gonzales, P., Haase, D., Hansen, R., Kabisch, N., Rall, E. L., Niemela, J., Pauleit, S., Pintar, M., Laforteza, R., Santos, A., Strohbach, M., Vierikko, K., Železnikar, Š. (2015). *A typology of urban green spaces, ecosystem provisioning services and demands*. Report: D3.1 Retrieved from [https://greensurge.eu/working-packages/wp3/files/D3.1\\_Typology\\_of\\_urban\\_green\\_](https://greensurge.eu/working-packages/wp3/files/D3.1_Typology_of_urban_green_)

- pspaces\_1\_.pdf/D3.1\_Typology\_of\_urban\_green\_spaces\_v2\_.pdf
- 
- Brinkyte, E. (2013). Urban green space system: a case study of Siauliai city, 241-245. Retrieved from
- [http://www.su.lt/bylos/mokslo\\_leidiniai/jmd/10\\_01\\_26\\_priedas/brinkyte.pdf](http://www.su.lt/bylos/mokslo_leidiniai/jmd/10_01_26_priedas/brinkyte.pdf)
- 
- Fung, T., So, L. L. H., Chen, Y., Shi, P., & Wang, J. (2008). Analysis of green space in Chongqing and Nanjing, cities of China with ASTER images using object-oriented image classification and landscape metric analysis.
- International Journal of remote sensing*
- , 29 (24), 7159-7180.
- <https://doi.org/10.1080/01431160802199868>
- 
- Gedevanishvili, M. (2006). Classification of greening areas, state of green space system in Tbilisi and resources of its development. Retrieved from
- <https://ge.boell.org/en/2006/09/24/sostoyanie-sistemy-zelenyh-territoriy-g-tbilisi-i-vozmozhnosti-ee-razvitiya>
- (in Russian).
- 
- Gupta, K., Kumar, P., Pathan, S. K., & Sharma, K. P. (2012). Urban Neighborhood Green Index – A measure of green spaces in urban areas.
- Landscape and Urban Planning*
- , 105 (3), 325-335.
- <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan>
- 
- Jim, C. Y., & Chen, S. S. (2003). Comprehensive green space planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China.
- Landscape and Urban Planning*
- , 65 (3), 95-116.
- [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00244-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00244-X)
- 
- Law of the Moldova Republic from 23.09.1999 N 591. About green plantings of urban and rural settlements. Retrieved from
- <http://lex.justice.md/viewdoc.php?action=view&view=doc&id=311847&lang=1>
- (in Russian).
- 
- Li, H., Chen, W., & He, W. (2015). Planning of Green Space Ecological Network in Urban Areas: An Example of Nanchang, China.
- International Journal of Environmental Research and Public Health*
- , 12 (10), 12889-12904.
- <https://doi.org/10.3390/ijerph121012889>
- 
- Lypa, A. L., Kosarevskiy, I. A., & Salatich, A. K. (1952).
- Greening of settlements*
- . Kiev, Publ. Academy of Sciences Ukrainian SSR, 743 (in Russian).
- 
- Mansor, M., Said, I., Mohamad, I. (2012). Experiential contacts with green infrastructure's diversity and well-being of urban community.
- Procedia - Social and Behavioral Sciences*
- , 49, 257-267.
- <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.024>
- 
- Order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Belarus Republic from December 29, 1998 N 400 On Approval of Documents. Retrieved from
- <http://pravo.levonevsky.org/search.htm>
- (in Russian).
- 
- Potapenko I. L., & Kuznetsov, S. I. (2009). Arboreal plants in the populated areas of the Eastern region of the Crimean.
- Plant introduction*
- , 1, 63-67 (in Russian).
- 
- Ramos Gonzalez, O. M. (2014). The green areas of San Juan, Puerto Rico.
- Ecology and society*
- , 19, 3.
- <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06598-190321>
- 
- Rostami, R., Lamit, H., Khoshnava, S. M., Fitry, M. S. Rosley, G. (2015). Sustainable Cities and the Contribution of Historical Urban Green Spaces: A Case Study of Historical Persian Gardens.
- Sustainability*
- , 7 (10), 13290-13316.
- <https://doi.org/10.3390/su71013290>
- 
- Rules for the maintenance of green plantations in settlements of Ukraine. (2006). Kyiv, Ukraine. Retrieved from
- <http://zakon.rada.gov.ua/go/z0880-06>
- (in Ukrainian).
- 
- Schipperijn, J., Stigsdotter, U. K., Randrup, T. B., Troelsen, J. (2010). Influences on the use of urban green space – A case study in Odense, Denmark.
- Urban Forestry & Urban Greening*
- , 9, (1), 25-32.
- <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.09.002>
- 
- Smirnov, A. N. (2009). Problems of green areas surveying. Retrieved from
- [http://gugenplan.spb.ru/UserFiles/File/tezisy\\_4-6\\_03\\_09/mejevanie\\_smirnov.doc](http://gugenplan.spb.ru/UserFiles/File/tezisy_4-6_03_09/mejevanie_smirnov.doc)
- (in Russian).
- 
- Teodoronskiy, V. S., Gorbatoва, B. I., & Gorbatoв, V. I. (2011).
- Greening of settlements with basics of urbanities*
- . Moscow, Academy (in Russian).
- 
- The handbook of architect*
- (1946). Moscow, USSR (in Russian).
- 
- The regulations of designing cities and urban type settlements*
- . (1947). Kiev, USSR, 2 (in Russian).
- 
- Vodyanik, A. (2017). Greening of cities – construction, which by irregular assembly can result to negative effect.
- Green portal*
- . Retrieved from
- <http://greenbelarus.info/articles/27-01-2017/ozelenenie-gorodov-konstrukciya-kotoraya-pri-nepravilnoy-sborke-mozhet-privesti>
- (in Russian).
- 
- Voronina, A. V. (2011). The landscape approach in urbanistic studies of European cities at the beginning of XXI century. Works of masters and graduate students.
- Architecture, Ecology*
- . Nizhegorodskiy SABI, N. Novgorod, Russia, 35-40 (in Russian).
- 
- Wang, X. S.; Chen, E. X., Li, Z. Y., Yao, W. Q., & Wang, L. (2012).
- Study on Urban Green Space Extracting and Dynamic Monitoring Method*
- . 1st International Conference on Agro-Geoinformatics, Shanghai, China, 14-17.
- <https://doi.org/10.1109/Agro-Geoinformatics.2012.6311601>
- 
- Yerilin, G. I. (2014). Accounting for flora objects on the lands of settlements.
- Center for Economic Projects, Ecology in the enterprise*
- . Retrieved from
- <http://www.ecolog.by/articles/rastitelnny-mir/2051-uchet-obektov-rastitelnogo-mira-pravovaya-osnova/>
- (in Russian).
- 
- Younga, R., Zandersb, J., Fassman-Beckc, E. (2014). A comprehensive typology for mainstreaming urban green infrastructure.
- Journal of Hydrology*
- , 519 (27), 2571-2583.
- <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.048>
- 
- Yu, Z., Wang, Y., Deng, J., Shen, Z., Wang, K., Zhu, J., & Gan, M.. (2017).
- Dynamics of Hierarchical Urban Green Space Patches and Implications for Management Policy*
- .
- Sensors*
- , 17(6), 1304.
- <https://doi.org/10.3390/s17061304>

Zibtseva, O. V. (2017). Dynamics of green spaces in the settlements of Ukraine. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 4 (68). Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9123> (in Ukrainian).

## Сравнительный анализ классификаций зеленых насаждений населенных пунктов Украины и постсоветских стран

В. Ю. Юхновский<sup>1</sup>, О. В. Зибцева<sup>2</sup>

Цель работы – оценить прогрессивность и совершенство современной функциональной классификации зеленых насаждений населенных пунктов Украины путем ее сравнения с используемой ранее (в 50-е годы прошлого столетия) и с классификациями, используемыми в настоящее время в других постсоветских странах (России, Белоруссии, Молдове, Грузии). Исследование проведено на основе сравнительного анализа нормативных и литературных источников, касающихся классификации зеленых насаждений, отдельных терминов и нормативов. Определены современные подходы к озеленению урбосреды: концепции зеленого пространства, зеленой инфраструктуры и постоянство взглядов в Украине, где сохранились традиции с советских времен. Обоснована целесообразность структурирования зеленых насаждений с компонентами, которые выделяют физический облик, пространственную мозаичность, социальную функцию, доступность, экосистемные услуги, сохранение биоразнообразия, антропогенное воздействие, функциональное назначение. Охарактеризованы понятия зеленой инфраструктурной сети как совокупности различных видов растительности и открытых пространств, интегрированных в здоровье и качество жизни людей, поддерживающих и усиливающих природные и экологические процессы. Проанализирована трансформация классификации зеленых насаждений населенных пунктов Украины и других постсоветских стран. Обнаружены принципиальные различия в перечне классификационных групп насаждений и проанализирована их целесообразность. Выявлены недостатки классификации

зеленых насаждений, используемой в Украине: противоречивое распределение по группам насаждений, нечетко прописанные перечни групп, наличие в двух категориях неопределенных «других» насаждений. Установлено, какие теоретические аспекты и детали функциональной классификации целесообразно позаимствовать в классификациях других постсоветских стран. Рассмотрены основные показатели озеленения, корректность их определений, а также динамика минимальных размеров зеленых насаждений общего пользования: парков, садов, скверов. Отмечено, что нормативное снижение в 5-7,5 раза минимальной площади парков и в 25 раз – минимальной площади скверов приводит к нежелательной фрагментации зеленых пространств. Используемые основные показатели озеленения требуют четкого определения и современной аргументации относительно их нормативных количественных значений, на что планируется обратить внимание в дальнейшей работе. Подчеркнуты преимущества классификации зеленых насаждений, используемой в Белоруссии.

**Ключевые слова:** зеленое пространство; зеленые насаждения; озеленение; норма озеленения; степень озеленения; парк; сад; сквер; антропогенное воздействие; урбосреда.

## Comparative analysis of settlements green plantations classification in Ukraine and post-Soviet countries

V. Yukhnovskiy<sup>1</sup>, O. Zibtseva<sup>2</sup>

The aim of the paper is to assess the progressiveness and perfection of the modern functional classification of green spaces in settlements of Ukraine by comparing it with the one used earlier (in the 1950s) and the classifications currently used in other post-Soviet countries (Russia, Belarus, Moldova, Georgia). The study was conducted on the basis of a comparative analysis of normative and literature sources concerning the classification of green plantations, individual terms and standards. Modern approaches to greening the urban environment are outlined: the concept of green space, green infrastructure and the persistence of views in Ukraine, where traditions from the Soviet

<sup>1</sup> Юхновский Василий Юрьевич – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры возобновления лесов и лесных мелиораций. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-067-720-32-16. E-mail: yukhnov@ukr.net

<sup>2</sup> Зибцева Ольга Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-050-835-77-74. E-mail: stplut2017@gmail.com

<sup>1</sup> Vasyl Yukhnovskiy – a full member of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department of forests restoration and forest meliorations. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, st. General Rodimtsev, 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel. + 38-067-720-32-16. E-mail: yukhnov@ukr.net

<sup>2</sup> Olga Zibtseva – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor of the department of landscape architecture and gardening. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, st. General Rodimtsev, 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel: + 38-050-835-77-74. E-mail: stplut2017@gmail.com

era have survived. The expediency of structuring green plantations with components that distinguish physical appearance, spatial mosaic, social function, accessibility, ecosystem services, biodiversity conservation, anthropogenic influence, functional purpose is substantiated. The notion of a green infrastructure network as a combination of different types of vegetation and open spaces, integrated into health and quality of life of people that support and enhance natural and ecological processes is characterized. The transformation of the classification of green spaces of settlements of Ukraine and other post-Soviet countries has been analyzed. The principal differences in the list of classification groups of plantations are revealed and their expediency are analyzed. The shortcomings of the classification of green plantations used in Ukraine were identified: controversial distribution by planting groups, not clearly defined lists of groups, the presence of two unclear "other" plantations in two categories.

It is established which theoretical aspects and details of the functional classification should be borrowed in other post-Soviet countries. The main indicators of landscaping, the correctness of their definitions, as well as the dynamics of the minimum size of green spaces of general use: parks, gardens, squares, are considered. It is noted that the regulatory decrease of 5-7.5 times the minimum park area and 25 times – the minimum area of squares leads to undesirable fragmentation of green spaces. It has been determined that the indicators of landscaping require a clearer definition and modern arguments regarding their normative quantitative values, which is planned to pay attention in the future work. The advantages of the classification of green plantations used in Belarus are emphasized.

**Key words:** green space; green plantations; greening; norm of greenery; degree of landscaping; park; garden; square; anthropogenic impact; urban environment.

## 4. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411811>  
Article received 2018.03.22  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Petro Lakyda  
[lakyda@nubip.edu.ua](mailto:lakyda@nubip.edu.ua)  
Heroiv oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 630\*2:630\*18:504

### Біопродуктивність дубових деревостанів Українського Полісся

П. І. Лакида<sup>1</sup>, Л. М. Матушевич<sup>2</sup>, І. П. Лакида<sup>3</sup>

*Для дубових деревостанів, які ростуть в Українському Поліссі, опрацьовано алгоритм розрахунку їх біопродуктивності, який дає змогу узгодити розрахунки з розробленими моделями росту і продуктивності досліджуваних лісостанів. Наведено таксаційну характеристику дібров Полісся України та тимчасових пробних площ, методику визначення структурних елементів й алгоритм розрахунку біопродуктивності дубових деревостанів за компонентами надземної фітомаси та обсягами депонованого вуглецю. Запропоновано регресійні рівняння конверсійних коефіцієнтів для кори стовбура, кори гілок і листя дубових деревостанів, які статистично зв'язують фітотому насаджень за фракціями з його таксаційними показниками. Розраховано біопродуктивність дубових деревостанів за компонентами фітомаси в межах класів бонітету, яка включає загальну продуктивність фітомаси із врахуванням зрубованої частини деревостану, продукції фітомаси та вуглецю, а також киснепродуктивність.*

*Як експериментальний матеріал використано базу даних «Повидільна таксаційна характеристика лісів», представлену ВО «Укрдержліспроект» та 14 тимчасових пробних площ (ТПП), закладених у дубових насадженнях Полісся України віком 10-103 роки, з обліком, рубанням та оцінкою компонентів фітомаси на 82 модельних деревах. Досліджувані дубові деревостани характеризуються I<sup>a</sup>, I, II і III класами бонітету та широким діапазоном відносної повноти – від 0,23 до 1,28. Ростуть у свіжих та вологих сугрудах (9 ТПП); у свіжих та вологих суборах (4 ТПП); вологих грудах (1 ТПП). Насадження, в яких закладено пробні площі, мають штучне (9 ТПП) та природне (5 ТПП) походження.*

*Розроблено нормативи для оцінювання біопродуктивності дубових деревостанів Українського Полісся за компонентами надземної фітомаси та обсягами депонованого вуглецю.*

*З'ясовано, що киснепродуктивність дібров Українського Полісся істотно залежить від їх продуктивності і збільшується зі зростанням класу бонітету деревостанів. При цьому її максимум досягається у молодшому віці для менш продуктивних насаджень.*

**Ключові слова:** дуб звичайний; деревостан; база даних; тимчасова пробна площа; схема досліджень; алгоритм розрахунку; моделі конверсійних коефіцієнтів; фітотомас; продукція; вуглець; киснепродуктивність.

<sup>1</sup> Лакида Петро Іванович – дійсний член Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, директор навчально-наукового Інституту лісового і садово-паркового господарства. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: [lakyda@nubip.edu.ua](mailto:lakyda@nubip.edu.ua)

<sup>2</sup> Матушевич Любов Миколаївна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант кафедри лісового менеджменту. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-85-23; +38-067-944-82-75. E-mail: [lm\\_matushevich@ukr.net](mailto:lm_matushevich@ukr.net)

<sup>3</sup> Лакида Іван Петрович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант кафедри лісового менеджменту. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-88-00; +38-067-771-68-18. E-mail: [ivan.lakyda@gmail.com](mailto:ivan.lakyda@gmail.com)

**Вступ.** Сучасна лісівнича наука розглядає біотичну (біологічну) продуктивність лісів як їх основну характеристику, яка визначає хід процесів у лісових екосистемах і використовується для екологічного моніторингу, сталого ведення лісового господарства, моделювання продуктивності лісів із врахуванням глобальних кліматичних змін, дослідження структури і біорізноманіття лісового покриву, оцінки вуглецевидіпуючої ємкості лісів, їх киснепродуктивності тощо (Usoltsev V. A., 2005, Fowler, 2002).

Практичне застосування сучасних ідей системного підходу для аналізу лісових екосистем й вирішення проблем взаємодії природних чинників, які тісно взаємодіють між собою, зокрема, й оцінки біопродуктивності лісів, наведено у наукових працях (Bush, 1975; Liepa, 1971). У процесі дослідження біологічних об'єктів переважно використовують метод багатомірної математичної статистики, який дає можливість створювати складні математичні моделі з великою кількістю незалежних змінних і є одним із найприйнятніших і, як наслідок, найчастіше використовуваних у світовій науковій практиці біометричних досліджень (Smolyanov, 1985, Usoltsev, 1985, Utkin, 1987, A.J.R. Gillespie, T. Cunia, 1989, H. Hase et al., 1985).

На думку В. В. Протопопова (Protopopov, 1980), вихідними даними при будь-якому моделюванні біопродуктивності та екологічної ролі лісу мають використовуватись кількісні та якісні показники фітомаси лісових фітоценозів. Вже на першому етапі визначення біологічної продуктивності лісового фітоценозу шляхом математичного моделювання потрібно виділяти основні чинники, які визначають його структуру, динаміку та кількісну оцінку сукупного ефекту їхнього впливу (Usoltsev, 1985).

Потрібно розуміти, що неможливо пояснити весь розмах варіювання фітомаси за допомогою одних лише морфометричних параметрів дерев, взятих у статистику, оскільки в даних цих показників і структурі фітомаси акумульована реакція дерева на еколого-ценотичний вплив за всю історію його росту. Якщо маса стовбура є інтегральним показником росту протягом усього періоду життя, то маса листя представлена річним приростом, а маса гілок, внаслідок безперервного їх відмирання у процесі росту дерева, займає між ними проміжне місце. Окремі фракції фітомаси акумулюють реакцію дерева на навколишнє середовище за періоди різної тривалості, а такі морфологічні показники як діаметр ( $d_{l,3}$ ) та висота ( $h$ ) відображають кінцевий результат росту (Satoo, 1982). Через це їхній зв'язок, по-перше, не може бути реалізований однією і тією ж функцією, по-друге, має різну надійність для різних фракцій (Lakyda, 2006). Ці теоретичні узагальнення актуальні й при моделюванні біотичної продуктивності дубових деревостанів Українського Полісся.

Враховуючи вище викладене, дослідження біопродуктивності деревостанів Українського Полісся є *актуальними*, які потребують детального аналізу сучасного стану та продуктивності дубових дерево-

станів, що дасть змогу об'єктивно оцінити потенційні можливості дібров Полісся України в стабілізації екологічної рівноваги в умовах глобальних змін клімату.

**Об'єкти та методика досліджень.** *Об'єкт дослідження* – дубові деревостани Українського Полісся. *Предмет дослідження* – біопродуктивність дубових деревостанів Українського Полісся та її динаміка.

*Мета роботи* – дослідити таксаційну структуру дубових деревостанів, оцінити та змодельовати основні екологічні функції досліджуваної категорії лісів – вуглецедепонування та киснепродуктивність.

Для проведення досліджень використано два джерела експериментальних даних: база даних «Повидільна таксаційна характеристика лісів», представлена ВО «Укрдержліспроєкт» та база даних тимчасових пробних площ, закладених у дубових насадженнях Полісся України.

Аналіз бази даних «Повидільна таксаційна характеристика лісів» станом на 1.01.2011 р. засвідчив, що в лісах Українського Полісся деревостани за участю дуба звичайного ростуть на площі 334376,5 га, які локалізовані у 95 716 таксаційних виділах. Найбільш поширені дубові насадження у Житомирській області (35,3%). Дубові деревостани Полісся України переважно середньовікові (VII-VIII класи віку), середньоповнотні (0,64-0,71) та високопродуктивні (I-II класи бонітету). Серед загальної площі дубових насаджень дуб звичайний природного насінневого походження становить 43,9% вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, 17,5% – вегетативного та 38,6% – штучного походження. Дубові насадження різного походження наявні в усіх досліджуваних адміністративних областях поліської зони.

Експериментальні дані, необхідні для оцінки біопродуктивності дубових деревостанів Українського Полісся, були зібрані у процесі досліджень надземної фітомаси дуба звичайного на тимчасових пробних площах з рубкою модельних дерев й обробкою значної кількості біометричних вимірів з використанням сучасних методик і програм (Lakyda, 2018).

Основні компоненти фітомаси дерев дуба звичайного досліджували у чистих і мішаних дубових деревостанах Волинської, Київської, Чернігівської областей, які фактично охоплюють західну, центральну та східну частину території Українського Полісся, в період з 1991 до 2013 рр. Всього закладено 14 тимчасових пробних площ (ТПП) з рубкою, обміром дерев та пофракційною оцінкою компонентів надземної фітомаси 82 модельних дерев дуба звичайного. Загальна площа опрацьованих ТПП становить 10,07 га. Зокрема, сім ТПП закладено у ДП «Ківерцівське лісове господарство» Волинської області, п'ять – у ДП «Добрянське лісове господарство» Чернігівської області та дві – у ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція» Київської області.

Тимчасові пробні площі були підібрані та закладені згідно з лісівничо-таксаційними вимогами,

у панівних типах лісорослинних умов. Віковий діапазон деревостанів дуба звичайного, де закладалися ТПП, змінюється в межах від 10 до 103 років. Досліджувані дубові деревостани характеризуються досить широким діапазоном відносної повноти – від 0,23 до 1,28. Загальна таксаційна характеристика тимчасових пробних площ одержана за результатами обробки вихідних даних за допомогою програми ПЕРТА, розробленої науковцями кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України у 1984 р. під керівництвом професора А. З. Швиденка.

Клас бонітету дубових деревостанів визначали за шкалою М. М. Орлова, а для зручності математичного моделювання здійснювали його кодування: Ib – 2; Ia – 3; I – 4; II – 5; III – 6; IV – 7; V – 8.

Таким чином, дослідний матеріал загалом представлений високопродуктивними насадженнями переважно I-II класів бонітету. Саме за такими класами бонітету, в основному, ростуть дубові ліси Полісся України (77,4%). Дослідний матеріал забезпечує майже весь віковий ряд до встановленого віку стиглості дубових насаджень в експлуатаційних лісах Полісся України (XI клас віку). Розподіл кількості пробних площ за типами лісорослинних умов цілком відображає переважне зростання дубових лісів Полісся України. Серед загальної площі дубових насаджень у свіжих та вологих сугрудах росте 78,8% деревостанів – закладено дев'ять ТПП; у свіжих та вологих суборах – 9% (чотири ТПП); у вологих грудах – 6,1% (одну ТПП). Пробні площі закладено у насадженнях штучного (дев'ять ТПП) та природного (п'ять ТПП) походження. В сучасних умовах господарство в регіоні досліджень, здебільшого, орієнтоване на штучне поновлення лісів, оскільки природне лісовідновлення не забезпечує формування деревостанів відповідного складу, що призводить до зміни корінних лісів похідними.

Для дослідження показників щільності деревини та кори на пробних площах відібрано дослідні зрізи з десяти модельних дерев, листову фракцію досліджували з 12 модельних дерев. Отримані показники природної та базисної щільності відповідних фракцій деревини й кори стовбура та гілок крони модельних дерев використано для оцінювання маси та об'єму цих фракцій. Середню щільність деревини, кори та стовбура в корі у свіжозрубаному та абсолютно сухому станах визначали за спеціальною формулою (Lakyda, 1993). Результати вимірювань відібраних випадковим способом на модельних деревах дрібних модельних гілок (фракція деревної зелені) з нижньої, серединної та верхівкової частин крони (по три зразки), використано для визначення частки листків у фракції деревної зелені та вмісту сухої речовини в листках.

Відповідно до опрацьованої методики, оцінку біопродуктивності дубових деревостанів здійснювали за такими етапами – проведення підготовчих, польових лісотаксаційних та лабораторних науково-дослідних робіт (рис. 1). Наведена на рис. 1 схема застосування системного підходу в до-

слідженні біологічних об'єктів вважається класичною (Lakyda, 2002, 2006, 2018), а її практична реалізація на конкретному об'єкті може істотно підсилювати одні та послаблювати або навіть виключати інші етапи.

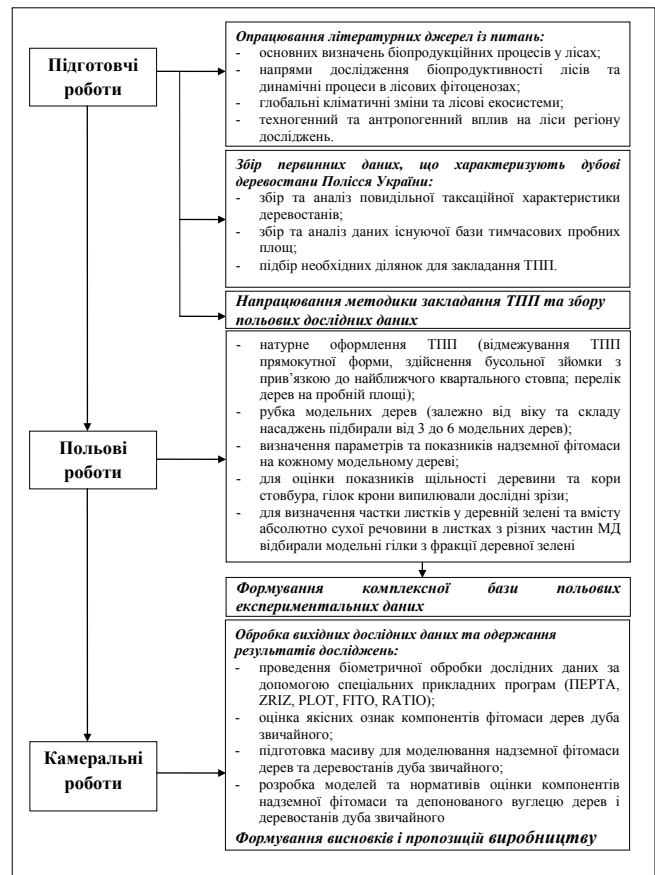


Рис. 1. Схема дослідження біопродуктивності дубових деревостанів за компонентами фітомаси

**Результати та обговорення.** Основним завданням під час використання даних 14-ти ТПП було встановлення взаємозв'язку між таксаційними показниками і фітомасою лісостанів. Встановивши закономірність взаємозв'язку між фітомасою і таксаційними показниками деревостанів, можна зробити прогностичну оцінку динаміки обсягів фітомаси дубових лісів на досліджуваній території. Проаналізувавши різні методики та враховуючи концептуальні положення представленої роботи, дослідження біопродуктивності дубових деревостанів Полісся України за компонентами фітомаси виконували за наступною схемою (рис. 2).

Під час обґрунтування набору таксаційних показників, які включалися в моделі, виходили з того, що вони повинні забезпечувати максимально доступну точність моделей, а також усі показники, використані як входи в моделі, мають знаходитися у зведених даних державного обліку лісового фонду, проведеного ВО «Укрдержліспроект».

Моделі динаміки основних таксаційних показників модальних деревостанів дуба звичайного були розроблені раніше – під час опрацювання таблиць ходу росту (Lakyda, 2018). Вони викорис-

товувались для здійснення розрахунків біопродуктивності дубових деревостанів за наведеним нижче алгоритмом (див. рис. 2).



Рис. 2. Схема алгоритму розрахунку біопродуктивності дубових деревостанів Полісся України

В результаті моделювання конверсійних коефіцієнтів для фракцій стовбура у корі, деревини стовбура, гілок у корі та деревини гілок насаджень дуба звичайного статистичні показники застосованих аргументів виявилися незначущими, у зв'язку з цим в розрахунках використано їхні середні значення (Lakyda, 2011).

Для розрахунку фітомаси кори стовбурів, кори гілок та листя використані множинні регресійні рівняння конверсійних коефіцієнтів ( $R_{fr}$ ):

$$R_{kst} = 0,436 \times A^{-0,482} \times B^{0,119} \quad (1)$$

$$R_{kg} = 0,023 \times A^{0,454} \times B^{-1,079} \quad (2)$$

$$R_l = 0,269 \times A^{-0,292} \times B^{-0,826} \quad (3)$$

де  $R_{kst}$ ,  $R_{kg}$ ,  $R_l$  конверсійні коефіцієнти, відповідно, кори стовбура, кори гілок, листя;

$A$  – вік насадження, років;

$B$  – код бонітету насадження.

Для розрахунку фітомаси стовбурів та гілок у корі використовувались середні значення конверсійних коефіцієнтів відповідних фракцій (Lakyda, 2018) та запас деревостану розроблених таблиць ходу росту модальних дубових деревостанів (Lakyda, 2018). Динаміку (хід росту) компонентів фітомаси деревостанів (в абсолютно сухому стані) у таблицях біопродуктивності за класами бонітету одержано множенням середнього конверсійного коефіцієнта на запас насадження.

У представленій таблиці наведено абсолютні значення біопродуктивності дубових насаджень

Українського Полісся II класу бонітету, який є найпоширенішим у регіоні досліджень.

Фундаментальні дослідження щодо вмісту вуглецю у різних фракціях фітомаси деревних порід виконані G. Matthews (1993). Оцінка загальних обсягів вуглецю, що деponується у фітомасі, здійснюється за перевірними коефіцієнтами (зазвичай використовують коефіцієнт 0,5 для деревних фракцій і кори та 0,45 – для листя і нижніх ярусів). У межах виконаної дослідної роботи за результатами аналізу літературних джерел та враховуючи рівень агрегації даних для перерахунку абсолютно сухої фітомаси в деponований вуглець, для всіх фракцій був прийнятий середній коефіцієнт 0,50, враховуючи те, що фракція листків займає незначну частку у загальній фітомасі насаджень.

Динаміку продукції фітомаси й деponованого в ній вуглецю у надземній частині дубових насаджень Полісся України одержано під час розрахунку цих показників, виходячи з основних їхніх таксаційних залежностей.

Питанням киснепродуктивності лісів, на сьогодні, присвячена невелика кількість публікацій у вітчизняній науковій літературі. Розрахунок киснепродуктивності здійснювали через два основні показники – фітомасу в абсолютно сухому стані та масу кисню, яка виділяється під час утворення однієї тонни абсолютно сухої органічної речовини (Chesnokov, 1978). Разом із тим, деякі вчені заперечують важливість цієї функції і необхідність її розрахунку та обліку (Soifronov, 1996). На практиці, під час оцінки лісових ресурсів, цю екологічну функцію лісів практично не враховують.

Здійснена оцінка киснепродуктивності насаджень показала, що ця функція дубових деревостанів Полісся України спадає зі зниженням продуктивності деревостанів, а її максимум досягається у 35–40-річному віці. Потрібно зазначити, що у процесі цього дослідження показники киснепродуктивності розраховано за загальною продуктивністю фітомаси наземної частини дубових насаджень.

**Висновки.** Під час здійснення польових робіт доцільно користуватися стандартизованою методикою, яка поєднує підготовчі, польові та лабораторні науково-дослідні роботи, дає змогу отримати детальну таксаційну характеристику деревостанів та використовувати для подальших досліджень широкий набір модельного інструментарію, а також загальнонавчального та спеціалізованого програмного забезпечення.

Отримані в результаті моделювання конверсійних коефіцієнтів статистичні показники застосованих аргументів виявилися незначущими для фракцій стовбура у корі, деревини стовбура, гілок у корі та деревини гілок насаджень дуба звичайного, у зв'язку з чим для розрахунку використано їх середні значення. Для кори стовбура, кори гілок і листків дубових деревостанів запропоновано множинні регресійні рівняння конверсійних коефіцієнтів, які пов'язують фітомасу насадження за фракціями з його таксаційними показниками.

**Біопродуктивність дубових насаджень Полісся України (II клас бонітету)**

| Вік, років | Фітомаса надземної частини деревостану, т·га <sup>-1</sup> |             |        |             |        |        |                                   | Загальна продуктивність<br>фітомаси, т·га <sup>-1</sup> | Продукція,<br>т·га <sup>-1</sup> ·рік <sup>-1</sup> |      | Киснепродуктивність,<br>т·га <sup>-1</sup> ·рік <sup>-1</sup> |
|------------|------------------------------------------------------------|-------------|--------|-------------|--------|--------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------|
|            | деревостан                                                 |             |        |             |        |        | вирубувана частина<br>деревостану |                                                         |                                                     |      |                                                               |
|            | стовбур                                                    |             | гілки  |             | листки | усього |                                   |                                                         |                                                     |      |                                                               |
|            | всього                                                     | у т.ч. кора | всього | у т.ч. кора |        |        |                                   |                                                         |                                                     |      |                                                               |
|            |                                                            |             |        |             |        |        |                                   |                                                         |                                                     |      |                                                               |
| 10         | 4,61                                                       | 1,48        | 1,14   | 0,10        | 0,31   | 6,06   | 0,81                              | 6,87                                                    | –                                                   | –    | –                                                             |
| 15         | 9,49                                                       | 2,52        | 2,35   | 0,24        | 0,57   | 12,41  | 1,62                              | 14,85                                                   | 1,59                                                | 0,80 | 1,12                                                          |
| 20         | 19,77                                                      | 4,56        | 4,91   | 0,58        | 1,09   | 25,77  | 3,36                              | 31,57                                                   | 3,34                                                | 1,67 | 2,34                                                          |
| 25         | 32,61                                                      | 6,76        | 8,09   | 1,05        | 1,68   | 42,38  | 5,00                              | 53,18                                                   | 4,32                                                | 2,16 | 3,03                                                          |
| 30         | 46,62                                                      | 8,85        | 11,57  | 1,64        | 2,28   | 60,47  | 7,08                              | 78,34                                                   | 5,03                                                | 2,52 | 3,52                                                          |
| 35         | 60,67                                                      | 10,69       | 15,06  | 2,29        | 2,83   | 78,56  | 8,05                              | 104,48                                                  | 5,23                                                | 2,61 | 3,66                                                          |
| 40         | 73,96                                                      | 12,22       | 18,35  | 2,96        | 3,32   | 95,64  | 9,30                              | 130,86                                                  | 5,28                                                | 2,64 | 3,69                                                          |
| 45         | 86,03                                                      | 13,43       | 21,35  | 3,63        | 3,73   | 111,11 | 10,15                             | 156,48                                                  | 5,12                                                | 2,56 | 3,59                                                          |
| 50         | 96,67                                                      | 14,34       | 23,99  | 4,28        | 4,07   | 124,72 | 10,66                             | 180,75                                                  | 4,85                                                | 2,43 | 3,40                                                          |
| 55         | 105,83                                                     | 15,00       | 26,26  | 4,90        | 4,33   | 136,43 | 10,91                             | 203,36                                                  | 4,52                                                | 2,26 | 3,17                                                          |

Запропонований алгоритм розрахунку біопродуктивності дубових деревостанів Українського Полісся дає змогу узгодити розрахунки з розробленими моделями росту і продуктивності досліджуваних лісостанів.

Киснепродуктивність дібров Українського Полісся істотно залежить від їх продуктивності і збільшується зі зростанням класу бонітету деревостанів, а її максимум досягається у молодому віці.

Отримані результати досліджень біопродуктивності дубових деревостанів Українського Полісся за компонентами фітомаси формують базис для здійснення подальшого екологічного та економічного оцінювання екосистемних функцій і послуг, а також забезпечують можливість впровадження сталого лісоуправління задля максимально повної реалізації цього потенціалу в умовах світу, що змінюється.

**Бібліографічні посилання**

- Bush, K. K. (1975). Application of Systems Analysis in Forestry. *Forest Science*, 1, 3-11 (in Russian).
- Chesnokov, N. I. (1978). Estimation of oxygen-productive function of forests. *Forestry*, 7, 32-34 (in Russian).
- Fowler, A. L. (2002). Earth observation for sustainable development: using space-based technology for monitoring Canada's forests. Information Forestry. April 2002. Canadian Forest Service. Pacific Forestry Centre. Victoria, British Columbia, 6-7.
- Gillespie, A. J. (1989). Linear regression models for biomass table construction using cluster samples. *Canadian Journal of Forest Research*, 19 (5), 664-673.
- Hase, H. F. (1985). On the accuracy of estimating aboveground tree biomass in an evergreen forest near

- Manaus, Brazil. A simulation study. *Biotropica*, 17 (3), 191-195.
- Helgersson, O. C. (1988). Equations for estimating aboveground components of young Douglas-fir and red alder in coastal Oregon plantation. *Canadian Journal of Forest Research*, 18 (8), 1082-1085.
- Lakyda, P. I. (1993). Estimation of mean density of fractions of a tree trunk. *Forest Journal*, 6, 25-26 (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2002). *Live biomass of Ukrainian forests*. Ternopil: Zbruch (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2006). *Live biomass of birch forests in Ukrainian Polissya*. Kyiv: NNC IAE (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2011). *Reference materials for estimating components of above-ground live biomass of trees of main forest-forming tree species of Ukraine*. Kyiv: Publishing House "EKO-inform" (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2018). *Silvicultural and ecological potential of oak stands in Ukrainian Polissya*. Korsun-Shevchenkivsky: FOP Maydanchenko I.V. (in Ukrainian).
- Liepa, I. Y. (1971). Systems approach and mathematical modeling in biogeocoenology. *Botanical journal*, 56, 577-581 (in Russian).
- Matthews, G. (1993). The carbon content of trees. *Forestry Commission Technical Paper*, 4, 21.
- Protopopov, V. V. (1980). Methodological significance of biogeocoenotic approach in study of mediating role of forests. *Problems of forest biogeocoenology*, 3-14 (in Russian).
- Satoo, T. M. (1982). Forest Biomass. *Forestry Sciences*, 6, 72-78. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-7627-6>
- Smolyanov, A. N. (1985). On definition of above-ground live biomass of young oak stands by regression method. *Forest mensuration and forest inventory*, 50-56 (in Russian).

- Sofronov, M. A. (1996). On oxygen-productive function of forests. *Forestry*, 5, 27-28 (in Russian).
- Usoltsev, V. A. (1985). *Modeling tree stands' live biomass structure and dynamics*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk University Publishing House (in Russian).
- Usoltsev, V. A. (1985). Multidimensional regression estimation of above-ground live biomass of birch and aspen in outlier forests of Kazakhstan and Siberia. *Forest Science*, 1, 3-12 (in Russian).
- Usoltsev, V. A. (2005). *Methods for determining biological productivity of forest stands*. Ekaterinburg: Ural State Forest-Technical University Publishing House (in Russian).
- Utkin, A. I. (1987). Clarification of technique for applying regression method for study of forest stands' biological productivity. *Forest Science*, 1, 40-53 (in Russian).

### Биопродуктивность дубовых древостоев Украинского Полесья

П. И. Лакида<sup>1</sup>, Л. Н. Матушевич<sup>2</sup>, И. П. Лакида<sup>3</sup>

Для дубовых древостоев, которые растут в Украинском Полесье, разработан алгоритм расчета биопродуктивности, который позволяет согласовать расчеты с разработанными моделями роста и продуктивности исследуемых лесных насаждений. Приведена таксационная характеристика дубрав Полесья Украины и временных пробных площадей, методика определения структурных элементов и алгоритм расчета биопродуктивности дубовых древостоев по компонентам надземной фитомассы и объемам депонированного углерода. Предложены регрессионные уравнения конверсионных коэффициентов для коры ствола, коры ветвей и листьев дубовых древостоев, которые статистически связывают фитомассу насаждения по фракциям с его таксационными показателями. Рассчитана

биопродуктивность дубовых древостоев по компонентам фитомассы по классам бонитета, которая включает общую продуктивность фитомассы с учетом вырубимой части древостоя, продукции фитомассы и углерода, а также кислородопродуктивность.

В качестве экспериментального материала использована база данных «Повыдельная таксационная характеристика лесов», предоставленная ПО «Укргослеспроект» и 14 временных пробных площадей (ВПП), заложенных в дубовых насаждениях Полесья Украины, с учетом, рубкой и оценкой компонентов фитомассы на 82 модельных деревьях. Они являются составной частью исследования первичной продукции древостоев главных лесообразующих пород Восточного Полесья Украины. Возрастной диапазон древостоев дуба обыкновенного, где закладывались ВПП, находится в пределах от 10 до 103 лет. Исследуемые дубовые древостои характеризуются преимущественно I<sup>a</sup>, I, II и III классами бонитета и достаточно широким диапазоном относительной полноты – от 0,23 до 1,28. Растут в свежих и влажных сугрудах (9 ВПП), в свежих и влажных субориях (4 ВПП), во влажных горах (1 ВПП). Насаждения, в которых заложены пробные площади, имеют искусственное (9 ВПП) и естественное (5 ВПП) происхождение.

За основу взята методика сбора полевых данных П. И. Лакиды, основанная на сочетании таксационных и биометрических приемов и учитывающая проведение подготовительных, полевых лесотаксационных и лабораторных научно-исследовательских работ.

Разработаны нормативы для оценивания биопродуктивности дубрав Украинского Полесья по компонентам надземной фитомассы и объемам депонированного углерода.

Кислородопродуктивность дубрав Украинского Полесья существенно зависит от их продуктивности и растет с увеличением класса бонитета древостоев. При этом ее максимум достигается в более молодом возрасте для менее производительных насаждений.

Ключевые слова: дуб черешчатый; древостой; база данных; временная пробная площадь; схема исследований; алгоритм расчета; модели конверсионных коэффициентов; фитомасса; продукция; углерод; кислородопродуктивность.

<sup>1</sup> Лакида Петр Иванович – действительный член Лесной академии наук Украины, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, директор Учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-85-28; + 38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

<sup>2</sup> Матушевич Любовь Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант кафедры лесного менеджмента. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-85-23; + 38-067-944-82-75. E-mail: lm\_matushevich@ukr.net

<sup>3</sup> Лакида Иван Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант кафедры лесного менеджмента. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-88-00; + 38-067-771-68-18. E-mail: ivan.lakyda@gmail.com

## Bioproductivity of common oak stands in Ukrainian Polissya

P. Lakyda<sup>1</sup>, L. Matushevych<sup>2</sup>, I. Lakyda<sup>3</sup>

For oak stands growing in Ukrainian Polissya, an algorithm for computing their bioproductivity was worked out. It which allows reconciling the calculations with the developed models of growth and productivity of the studied forest stands. Biometric characteristics of oak stands in Ukrainian Polissya and temporary sample plots, methodology for determination of structural elements and algorithm for calculation of oak forests bioproductivity by components of aboveground live biomass and sequestered carbon are provided. Regression equations for biomass expansion factors for bark of trunks, bark of branches and foliage of oak stands, which statistically connect fractions of live biomass of stands with their mensuration parameters, are proposed. Bioproductivity of oak stands by live biomass components and site index classes is calculated. It includes total productivity of live biomass, takes into

account withdrawn part of a stand, production of live biomass and carbon, and oxygen production.

The industrial database “Stand-wise Mensurational Characteristics of Forests”, provided by PA “Ukrderzhlisproekt”, and 14 temporary sample plots (TSP), laid out in oak stands of Ukrainian Polissya, were used as an experimental material. TSP data includes accounting, cutting and evaluating components of live biomass on 82 model trees. They are an integral part of primary production research for forests of the main forest-forming tree species of Eastern Polissya of Ukraine. The age of *common oak* trees on TSP ranges from 10 to 103 years. The researched oak stands are characterized mainly by I<sup>a</sup>, I, II and III site index classes, and from a wide range of relative stocking – from 0.23 to 1.28. TSPs were established on fresh (C<sub>2</sub>) and moist (C<sub>3</sub>) fairly infertile site types (9 TSP); on fresh (B<sub>2</sub>) and moist (B<sub>3</sub>) fairly fertile site types (4 TSP); moist (D<sub>3</sub>) fertile site types (1 TSP). TSPs were established in stands of artificial (9 TSP) and natural (5 TSP) origin.

The basis of the research is formed by the methodology for collecting experimental data developed by P.I. Lakyda, which is based on a combination of mensurational and biometric techniques and takes into account carrying-out preparatory, field mensuration, and laboratory research stages.

Reference materials for assessing bioproductivity of oak stands in Ukrainian Polissya by components of above-ground live biomass and amounts of sequestered carbon have been developed.

It has been determined that oxygen productivity of common oak stands in Ukrainian Polissya depends significantly on their productivity and increases in higher site index classes, while its maximum is reached at a younger age for less productive stands.

**Key words:** common oak; tree stand; database; temporary sample plot; research scheme; calculation algorithm; biomass expansion factor model; live biomass; production; carbon; oxygen productivity.

<sup>1</sup> *Petro Lakyda* – Full Member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management. *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

<sup>2</sup> *Liubov Matushevych* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Doctoral student at the Department of Forest Management. *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-85-23; + 38-067-944-82-75. E-mail: lm\_matushevich@ukr.net

<sup>3</sup> *Ivan Lakyda* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Doctoral student of the Department of Forest Management. *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-88-00; + 38-067-771-68-18. E-mail: ivan.lakyda@gmail.com

## 5. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411812>  
Article received 2018.01.28  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Valentyna Meshkova  
[Valentynameshkova@gmail.com](mailto:Valentynameshkova@gmail.com)  
Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine

UDC 630.4

### Forest site conditions and other features of Scots pine stands favorable for bark beetles

V.L. Meshkova<sup>1</sup>, O.I. Borysenko<sup>2</sup>, V.I. Pryhornytskyi<sup>3</sup>

*The aim of research was to evaluate the dependence of bark beetles foci distribution on forest site conditions as well as on Scots pine stands origin and other characteristics.*

*Field studies were carried out in 2014-2016 in Scots pine stands of Teterivske Forestry of the State Enterprise "Teterivske Forest Enterprise" (Ukraine, Central Polissya). Data on bark beetles foci location were obtained by inspection of Scots pine stands of this forestry. Data on Scots pine stands characteristics were taken from Forest inventory Database of Production Association "Ukrderzhlisproekt" (database of forest inventory for short) as of 2014.*

*The distribution of bark beetles infested "spots" in forest subcompartments depending on stand origin (plantations or natural stands), forest site conditions, stand age, relative density of stocking and bonitet class was compared with respective distribution of all Scots pine stands using chi-square analyses ( $\chi^2$  test) and Kolmogorov-Smirnov test ( $\lambda$ ).*

*It was found that in Teterivske Forestry bark beetles foci occupy 5.4 % area of Scots pine plantations and 13.1 % of natural Scots pine stands. Confinement of bark beetles foci to Scots pine stands of natural origin is statistically confirmed.*

*Bark beetles foci are absent in stands growing in dry and moist relatively poor forest site conditions ( $B_1$  and  $B_4$  respectively).*

*In frame of relatively poor (B) and relatively fertile (C) forest site conditions bark beetles foci are confined to humid forest site conditions ( $B_3$  and  $C_3$ ), but age and tree species composition of stand override the effect of forest site conditions.*

*Percentage of bark beetles foci area from Scots pine stands area increases with stand age: 52.7 % of Scots pine stands over 100 years old were infested by bark beetles. Weighted average age of all pine stands of Teterivske Forestry is 67.9 years old and in the bark beetles foci it increased from 96.5 years old in 2014 to 105.2 years old in 2016. Average age of forest stands infested by "spring" generation of bark beetles was less than infested by "summer" generation.*

*Confinement of bark beetles foci to Scots pine stands with relative stocking density 0.6–0.8 is proved statistically. Weighted average relative stocking density of infested Scots pine stands decreased from 0.73 in 2014-2015 to 0.67 in 2016 in result of selective sanitary felling in the first years of bark beetles outbreak.*

*Confinement of bark beetles foci to pure Scots pine stands is proved statistically for plantations and natural forests.*

<sup>1</sup> Valentyna L. Meshkova – full Member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor habil. (agricultural sciences), professor, Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky. Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38(097)371-94-58. E-mail: [Valentynameshkova@gmail.com](mailto:Valentynameshkova@gmail.com)

<sup>2</sup> Oleksandr I. Borysenko – researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky. Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-066-888-83-49. E-mail: [xalekter@gmail.com](mailto:xalekter@gmail.com)

<sup>3</sup> Viktor I. Pryhornytskyi – engineer forest pathologist, State Enterprise "Teteriv forestry". 07820, Filipova str., 36, Piskivka, Borodyansky district. Kyiv region, E-mail: [office@tetdlg.kiev.ua](mailto:office@tetdlg.kiev.ua)

*Hypothesis about bark beetles foci confinement to the stands with bonitet class I was proved both for plantations and natural forests.*

**Key words:** outbreak; focus of insect mass propagation; pine engraver beetle (*Ips acuminatus*); natural forest; plantation; relative density of stocking; stand age; participation of pine in stand composition.

**Introduction.** Periodic outbreaks of bark beetles can destroy thousands of hectares of forest, resulting in economic losses and degradation of ecosystem services (Wermelinger, 2008; Winter et al., 2017). However, over the past 20 years, forest disturbances have increased in size, intensity, and frequency in many regions of the world (Faccoli et al., 2011, 2012; Colombari et al., 2013; Siitonen, 2014; Lieutier et al., 2016), and particularly in Ukraine, where Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest decline covers considerable part of Polissya and spreads to other natural zones (Andreieva, 2016; Turko et al., 2016; Andreieva & Martynchuk, 2018; Andreieva et al., 2018; Burdulanyuk et al., 2018). Bark beetles complex with dominance of pine engraver beetle *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827: Curculionidae, Scolytinae) is the main visible cause of Scots pine mortality (Meshkova & Borysenko, 2017a).

According to P. Manion concepts (Manion, 1981), *predisposing factors* (long-term factors) create preconditions that determine the stand susceptibility to *inciting factors* (short-term factors), which provoke forest health worsening.

Thus, the growth of air temperature and reduction of precipitation are registered in many regions (Lausch et al., 2013; Siitonen, 2014), including Polissya (Balabukh et al., 2013). Reduction of precipitation decreases tree resistance, and growth of annual temperature accelerates development of insects, promotes their survival, propagation and range expansion (Bigler et al. 2006; Berner et al., 2017).

With climate change some insect species increased their participation in forest decline. *Ips acuminatus* is one of such insects because of its ability to develop several generations and sister broods per season, to weaken trees during maturation feeding and vectoring plant pathogenic fungi (Davydenko et al., 2017; Meshkova, 2017; Meshkova et al., 2017c). However, despite low precipitation in 2015–2016, the intensity of Scots pine decline in different forest plots was not the same (Meshkova & Borysenko, 2017a). Stem pests infesting weakened trees are *contributing factors* (Manion, 1981), which “accompany” the forest decline.

Usually bark beetles outbreaks develop after disturbance caused by wind, fire, recreation, or forest management operations which result in considerable changes in stand structure (and microclimate) and provide large amount of breeding substrate for bark beetles (Bouget & Duelli, 2004; Lopez & Goldarazenam, 2012; Lausch et al. 2013; Williams et al., 2017; Winter et al., 2017).

At the same time every insect has some preferences for forest type and structure parameters, which are favorable for its survival and development.

Thus a rating of forest plots preferences for the main species of foliage browsing insects considers the type of forest site conditions, age of stand, relative density of

stocking, and the part of pine in the stand composition (Meshkova, 2006). The plots with maximal threat of foliage browsing insects’ outbreaks were recommended for high priority field inspection in different regions of Ukraine (Meshkova & Borysenko, 2017b).

Similar approach was used in research of stem pests. Particularly it was shown, that southern pine beetle (*Dendroctonus frontalis* Zimmermann) spread in southeastern United States does not depend on site index, and effects of stand type (wetland or upland) are overridden by the effect of stand composition (Aoki et al., 2018). Usually, bark beetles preferentially attack older trees and stands in later stages of development. However investigations in Colorado show that due to climate warming the stands in early stages of development now are being affected by outbreaks (Mietkiewicz et al. 2018).

*The aim of this research was to evaluate the dependence of bark beetles foci distribution on forest site conditions as well as on Scots pine stands origin and other characteristics.*

**Objects and methods.** Distribution of bark beetles foci in Scots pine stands was the object of research, which was carried out in 2014–2016 in Scots pine stands of Teterivske Forestry of the State Enterprise “Teterivske Forest Economy” (50 °41 ‘ N; 29 °36 ‘ E) (Ukraine, Central Polissya).

Data on bark beetles foci were obtained by inspection of Scots pine stands of the State Enterprise “Teterivske Forest Economy”. Data on Scots pine stands characteristics were taken from Forest inventory Database of Production Association “Ukrderzhlisproekt” (database of forest inventory for short) as of 2014. This database was converted into Access and Excel tables using applications developed in Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky (URIFFM).

The distribution of bark beetles foci in forest subcompartments depending on stand origin (plantations or natural stands), forest site conditions, stand age, relative density of stocking, Scots pine participation in the stand composition, and bonitet classes was compared with respective distribution of all Scots pine stands using chi-square analyses ( $\chi^2$  test) and Kolmogorov-Smirnov test ( $\lambda$ ) (Atramentova and Utevskaia 2008) using MS Excel.

**Results and discussion.** Analysis of model trees show, that pine engraver beetle (*Ips acuminatus*) dominated among other stem pests, which infested visually healthy trees. Six-toothed pine bark beetle (*Ips sexdentatus* Boerner 1776) infested more often the trees already being colonized by pine engraver beetle.

*Dependence of bark beetles foci distribution on stand origin.* Data analysis shows that from 3961.2 hectares of Scots pine stands 79.1 % (3132.1 ha) are

plantations, and 20.9 % (829.1 ha) have natural origin. At the same time in bark beetles foci plantations cover 60.9 % of area, and natural stands cover 13.1 % of area (Fig. 1). It means that the foci occupy 5.4 % of Scots pine plantations area and 13.1 % of natural Scots pine stands area. Difference of bark beetles foci distribution in Scots pine stands of different origin is proved statistically ( $\chi^2 = 19.93$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.84$ ).

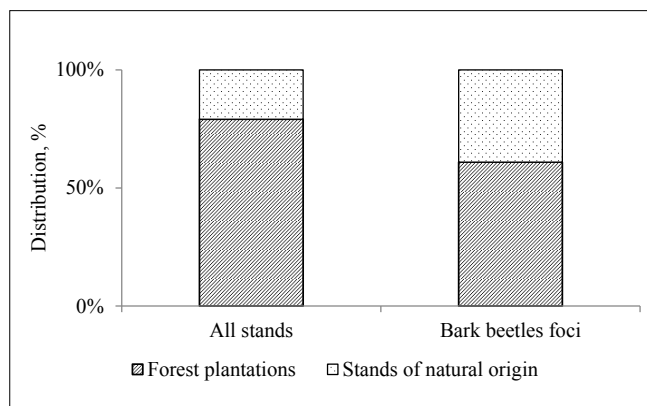


Fig. 1. Distribution by origin of all Scots pine stands of Teterivske Forestry ("all stands") and Scots pine stands in bark beetles foci

Taking into account this conclusion we analyzed the distribution of bark beetle foci by other forest characteristics separately for stands of artificial and natural origin.

*Dependence of bark beetles foci distribution on forest site conditions.* Natural Scots pine stands of Teterivske Forestry grow in nine types of forest site conditions. Plantations grow in seven types of forest site conditions and are absent in dry ( $B_1$ ) and moist relatively poor ( $B_4$ ) forest site conditions (Table 1).

Bark beetles foci in Scots pine plantations were revealed in five types of forest site conditions, and were absent in dry poor ( $A_1$ ), and dry relatively poor ( $B_1$ ) forest site conditions. In natural forest bark beetles foci occurred in six types of forest site conditions from eight existing types. Bark beetles foci were absent in natural stands growing in dry and moist relatively poor forest site conditions ( $B_1$  and  $B_4$  respectively).

The largest part of Scots pine stands grow in fresh relatively poor forest site conditions ( $B_2$ ). Such percentage in  $B_2$  is almost the same in all pine plantations and in bark beetles foci in pine plantations (77 and 77.2 % respectively). Percentage of natural Scots pine stands in  $B_2$  is 80.1 %, and it is much less in bark beetles foci (56.1 %). It may be explained by different forest stand composition or stand age in such forests.

Scots pine stands of artificial and natural origin in fresh poor forest site conditions ( $A_2$ ) are represented almost the same (3.8 and 3.4 %). However, in bark beetles foci the percentage of artificial and natural stands area in  $A_2$  is 0.2 and 12.2 % respectively. Thus in such forest site conditions the part of bark beetles infested area is 17 times less, than in all plantations of such forest site conditions, and in natural stands the part of bark beetles infested area is 3.6 times more. Obtained data are statistically proved for natural stands ( $\chi^2 = 22.3$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.84$ ), but it may be also connected with different forest stand composition or stand age.

Percentage of area of humid relatively poor ( $B_3$ ) and humid relatively fertile ( $C_3$ ) forest site conditions in bark beetles foci is considerably more than in all stands of respective origin (see Table 1). Thus in artificial stands humid relatively poor and humid relatively fertile forest site conditions occupy each only 0.2 % of the area, and in bark beetles foci they occupy 1.9 and 3.9 % of the area respectively, and the difference is significant ( $\chi^2 = 195.9$  for  $B_3$  and  $\chi^2 = 771.5$  for  $C_3$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.84$ ).

Obtained data prove the confinement of bark beetles foci to more humid forest site conditions. It may be explained by the fact, that pine roots in such stands are located closer to the soil surface. Recent deepening of ground water level in result of low precipitation (Meshkova & Borysenko, 2017a) caused stand weakening and increase of tree susceptibility to bark beetles attacks.

However Kolmogorov-Smirnov test ( $\lambda$ ) does not prove significant differences in all Scots pine stand distribution by forest site conditions and such distribution in bark beetles foci (for artificial stands  $\lambda = 0.27$ ; for natural stands  $\lambda = 0.58$ ;  $\lambda_{0.05} = 1.36$ ).

Table 1

**Distribution (%) by forest site conditions the area of all Scots pine stands in Teterivske Forestry ("all stands") and pine stands in bark beetles foci (average for 2014–2016)**

| Forest site conditions type.<br>Index and name | Forest plantations |                   | Stands of natural origin |                   |
|------------------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                                                | all stands         | bark beetles foci | all stands               | bark beetles foci |
| $A_1$ – dry poor                               | 0.1                | 0.0               | 0.8                      | 0.4               |
| $A_2$ – fresh poor                             | 3.8                | 0.2               | 3.4                      | 12.2              |
| $B_1$ – dry relatively poor                    | 0.1                | 0.0               | 0.1                      | 0.0               |
| $B_2$ – fresh relatively poor                  | 77.0               | 77.2              | 80.1                     | 56.1              |
| $B_3$ – humid relatively poor                  | 0.2                | 1.9               | 0.9                      | 12.9              |
| $B_4$ – moist relatively poor                  | 0.0                | 0.0               | 0.2                      | 0.0               |
| $C_2$ – fresh relatively fertile               | 18.6               | 16.8              | 14.3                     | 11.7              |
| $C_3$ – humid relatively fertile               | 0.2                | 3.9               | 0.1                      | 6.7               |

In artificial stands share of Scots pine area in fresh relatively poor forest site conditions ( $B_2$ ) was the highest (61.9–78.4 % from all bark beetles foci area) in 2014–2016 (Fig. 2). The stands in the fresh relatively fertile forest site conditions ( $C_2$ ) are on the 2<sup>nd</sup> place by area (17.5–37.8 % from total foci area). The rest types of forest site conditions were characteristic for 4.5 %, 0.3 % and 0.4 % of foci area in 2014, 2015 and 2016 respectively.

In 2015 share of bark beetles foci area decreased by 16.5 % in fresh relatively poor forest site conditions ( $B_2$ ) and increased by 20.3 % in fresh relatively fertile ( $C_2$ ) forest site conditions. In 2016 proportion of bark beetles foci area increased by 13 % in fresh relatively poor forest site conditions ( $B_2$ ) and decreased by 13.1 % in fresh relatively fertile forest site conditions ( $C_2$ ). It may be connected with the change of attractiveness of certain stands for bark beetles in result of low precipitation of 2015 (Meshkova & Borysenko, 2017a).

In natural stands, bark beetles foci occurred in the more diverse forest site conditions, than in forest plantations (see Fig. 2b). Although the most proportion of foci area occurred in the fresh relatively poor forest site conditions ( $B_2$ ), it was slightly more than half of the total foci area (56.1 and 56.7 % in 2014 and 2015 respectively, and in 2016 increased up to 86.4 %. Number of types of forest site conditions with bark beetles foci decreased from six in 2014 to three in 2015. Like in plantations, in natural forest stands in 2015 the share of foci area in the fresh relatively poor site conditions increased from 11.7 to 41.1 %. One can assume that in 2014 forest weakening was provoked by certain climatic events, and then bark beetles colonized trees in the most represented forest site conditions.

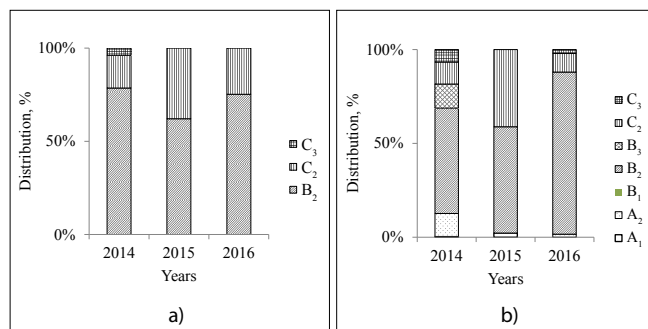


Fig. 2. Distribution by the types of forest site conditions the Scots pine stands area in bark beetles foci in different years (a – forest plantations; b – stands of natural origin)

*Dependence of bark beetles foci distribution on stand age.* In total bark beetles foci area in Teterivske Forestry for 3 years made up 22 % of Scots pine forest area. However Scots pine stands distribution by age was not similar in all pine stands and in bark beetles foci (Fig. 3).

Scots pine stands of Teterivske Forestry represented by I to XVIII ten-years age classes, and in bark beetles foci (for 2014–2016) by V to XVIII age classes.

In the stands of I, II and IV age classes, bark beetles foci were not revealed, and in the stands of III class

their area was 0.3 % from all Scots pine stands area of such age. In the stands of the V age class it was 2.8 %, and in VI age class it was 9.5 % (see Fig. 3).

Proportion of bark beetles foci area from Scots pine stands area increases with age. It is almost 50 % in IX age class and exceeds this value in X–XII age classes.

In Scots pine stands over 100 years old 52.7 % were infested by bark beetles.

Obtained data show that young pine stands were not infested by bark beetles. It is possible that these stands formed their root systems in changed climatic conditions and are adapted to them.

Analysis of forest inventory database shows, that weighted average age of all pine stands of Teterivske Forestry is 67.9 years old (Fig. 4). However it is 114.5 and 55.6 years old in natural Scots pine stands and plantations respectively.

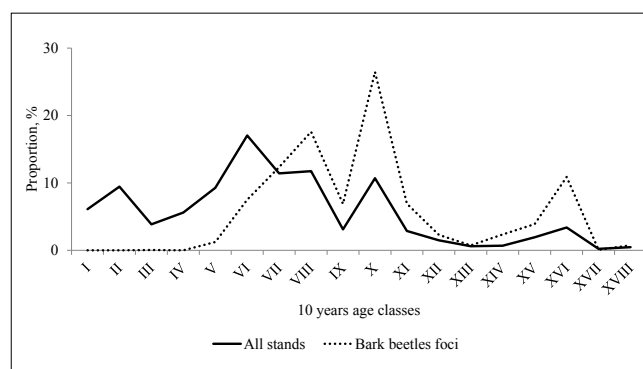


Fig. 3. Distribution of all Scots pine stands ("all stands") and bark beetles foci area by ten-years age classes (Teterivske Forestry; 2014–2016)

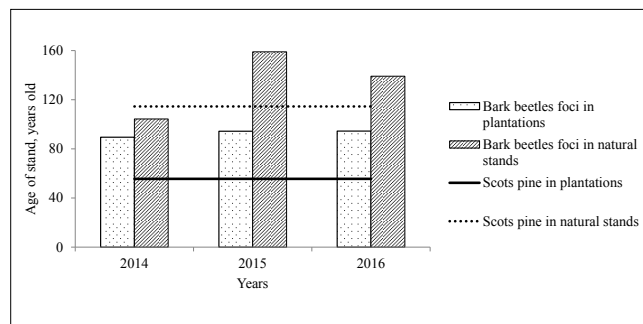


Fig. 4. Weighted average age of all Scots pine stands of Teterivske Forestry and bark beetles foci in plantations and natural stands

Weighted average age of Scots pine stands in the bark beetles foci increased from 96.5 years old in 2014 to 105.2 years old in 2016. In plantations it was from 89.4 to 94.5 years old and in 1.6–1.7 times exceeded weighted average age of all Scots pine stands. Weighted average age of natural stands in bark beetles foci in 2014 (104.3 years old) was in 1.1 times less than age of all natural Scots pine stands, and in 2015–2016 this index in bark beetles foci was in 1.2–1.4 times more than in all natural Scots pine stands.

It should be noticed, that in 2014 the age of plantations and natural Scots pine stands in bark beetles

foci differed only by 15 years (in 1.2 times), and in 2015 by 66 years (in 1.7 times). Trend to increase the age of Scots pine stands in bark beetles foci during outbreak of bark beetles may be connected with decrease of trees resistance as well as with larger crowns and lateral surface available for bark beetles infestation.

*Ips acuminatus*, which plays the main role in Scots pine decline in the region of our research, develops in two main partly overlapping generations per year and sister broods. “Spring” generation is started by adults after hibernation, and “summer” generation is a progeny of “spring” generation (Meshkova et al., 2017c).

Each year an average age of stands infested by “spring” generation of bark beetles was less than age of forest stands infested by “summer” generation (Fig. 5).

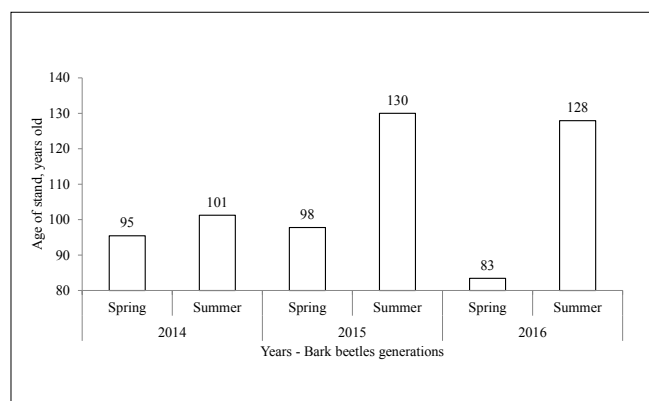


Fig. 5. Average age of forest stands in bark beetles foci during development of *Ips acuminatus* “spring” and “summer” generations

In 2014 the difference was only 5.8 year, but in 2015 and 2016 it increased up to 32.2 and 44.5 year respectively. Such phenomena may be connected with large number of young shoots per tree in old stands or with low intensity of protective chemicals synthesis after termination of shoot growth.

*Dependence of bark beetles foci distribution on relative stocking density.* Relative stocking density of Scots pine stands in Teterivske Forestry is from 0.3 to 0.9, and it is from 0.4 to 0.9 in the bark beetles foci (Fig. 6).

Proportion of bark beetles foci area from whole area of Scots pine stands with relative stocking density 0.6–0.8 is the largest (24.7–33.2 %), which is proved statistically ( $\chi^2 = 225.6$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ). Significance of confinement of bark beetles foci to relative stocking density 0.6 is the highest ( $\chi^2 = 48.5$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ), it is less for relative stocking density 0.7 ( $\chi^2 = 36.8$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ), and the least for relative stocking density 0.8 ( $\chi^2 = 6.1$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ). Obtained data show, that the stands with relative stocking density 0.6 and 0.7 must be inspected in the first turn for bark beetles foci detection.

Analysis of bark beetles foci area distribution shows, that in 2014–2015 the stands with larger relative stocking density were infested (Fig. 7).

Weighted average relative stocking density of infested Scots pine stands was 0.73 in 2014–2015, and it was 0.67 in 2016. It may be explained by a decrease

of relative stocking density of Scots pine stands in result of selective sanitary felling in the first years of bark beetles outbreak.

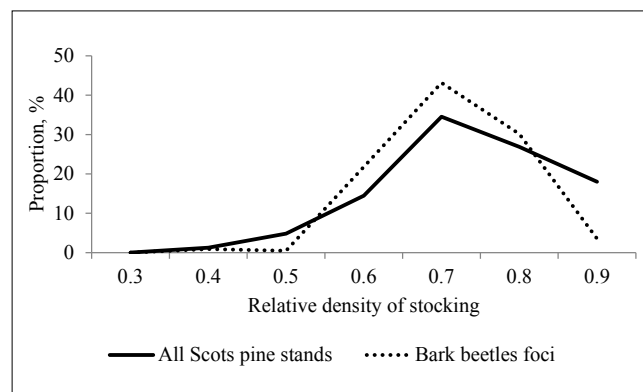


Fig. 6. Distribution of area in all Scots pine stands and bark beetles foci by relative stocking density (Teterivske Forestry, 2014–2016)

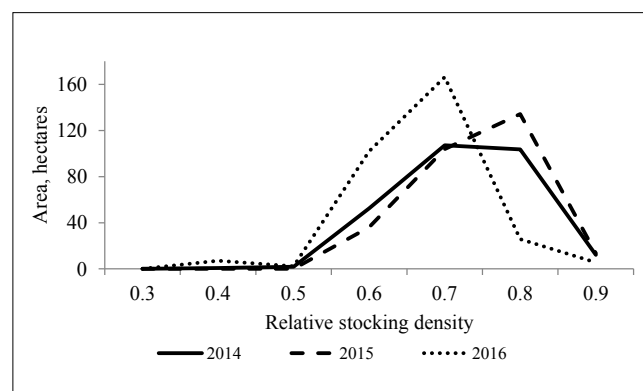


Fig. 7. Distribution of bark beetles foci area by relative stocking density in 2014, 2015 and 2016

*Dependence of bark beetles foci distribution on Scots pine participation in the stand composition.* The greater resistance of mixed stands compared with pure Scots pine stands was proved by many studies of foliage browsing insects, pests of unclosed plantations, stem pests etc. (Meshkova, 2006; Lieutier et al., 2016).

Since prolonged outbreak of *Ips acuminatus* in large area earlier has not been registered, its spread in pure and mixed stands was not yet studied.

The stands with 3 to 10 units of Scots pine grow in Teterivske Forestry (Fig. 8).

The share of Scots pine stands area increased with larger part of this tree species in the forest composition. At the same participation of Scots pine in the forest composition the area of plantations exceeded the area of natural Scots pine stands.

Bark beetles foci area increased with Scots pine participation in stands composition and was the highest in pure Scots pine stands both in plantations and natural stands. Proportion of area with 8, 9 and 10 units of Scots pine in stand composition was 18.4, 21.9 and 47.2 % in plantations and 15.3, 18.4 and 42.1 % in natural stands respectively (see Fig. 8). Weighted average part of Scots pine in forest stand composition

was 8.9 and 8.6 units in plantations and natural stands respectively.

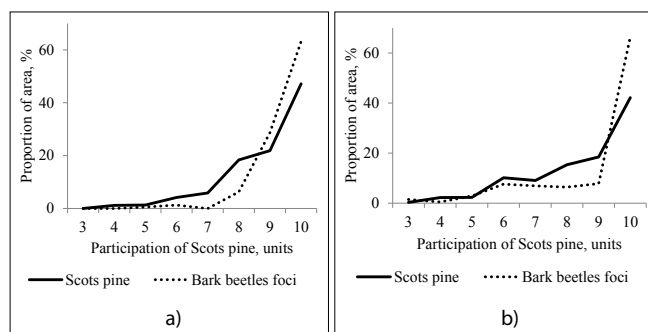


Fig. 8. Distribution by Scots pine proportion in all pine stands of Teterivske Forestry and in bark beetles foci (a – forest plantations; b – stands of natural origin)

However, in bark beetles foci the pure Scots pine stands occupy 63.2 and 66.4 % of all foci bark beetles area for plantations and natural stands respectively, and the stands with 9 units of Scots pine in forest stand composition occupy 28.7 and 7.8 % of area respectively. Weighted average part of Scots pine in stand composition in bark beetles foci is 9.5 and 9 units in plantations and natural stands respectively. Confinement of bark beetles foci to pure Scots pine stands is proved statistically for plantations ( $\chi^2 = 17.9$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ) and natural forests ( $\chi^2 = 27.9$ ;  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ).

**Dependence of bark beetles foci distribution on stand bonitet.** The most proportion of Scots pine plantations area in Teterivske Forestry (50.6 %) is characterized by Ia bonitet class, and 35.2 % by I bonitet class (Fig. 9).

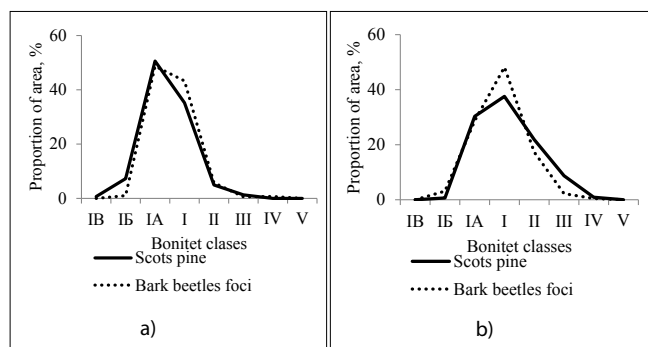


Fig. 9. Distribution by bonitet classes of all Scots pine stands and Scots pine stands in bark beetles foci of Teterivske Forestry (a – forest plantations; b – natural stands)

Bark beetles foci are also often located in the stands of Ia and I bonitet classes (48.7 and 43.3 % of plantations and natural forests respectively). Weighted average bonitet class is Ia and I for all Scots pine plantations and bark beetles foci there respectively. Proportion of natural Scots pine stands of Ia, I, II and III bonitet class is 30.3, 37.5, 21.8 and 8.7 %, and weighted bonitet class is I. The largest area of bark beetles foci in natural Scots pine stands (48.2 %) is located in I bonitet class. Proportion of bark beetles foci area in natural stands of Ia and II bonitet classes is 28.7 and 17.3 % respectively.

Weighted average bonitet class of all natural Scots pine stands and of stands in bark beetles foci is I.

Differences of area distribution by bonitet classes are significant between plantations and natural Scots pine stands ( $\chi^2 = 101.6$ ,  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ), between Scots pine stands and bark beetles foci in plantations ( $\chi^2 = 42.5$ ,  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ), as well as between Scots pine stands and bark beetles foci in natural Scots pine stands ( $\chi^2 = 25.3$ ,  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ). Hypothesis about bark beetles foci confinement to the stands with bonitet classes Ia and II was not proved both for plantations and natural forests. Hypothesis about bark beetles foci confinement to the stands with bonitet class I was proved both for plantations ( $\chi^2 = 5.1$ ,  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ) and natural forests ( $\chi^2 = 6.0$ ,  $\chi^2_{0.05} = 3.8$ ).

**Conclusions.** In Teterivske Forestry, bark beetles foci occupy 5.4 % area of Scots pine plantations and 13.1 % of natural Scots pine stands. Confinement of bark beetles foci to Scots pine stands of natural origin is statistically confirmed.

Bark beetles foci are absent in stands growing in dry and moist relatively poor forest site conditions (B<sub>1</sub> and B<sub>4</sub> respectively).

In frame of relatively poor (B) and relatively fertile (C) forest site conditions bark beetles foci are confined to more humid forest site conditions (B<sub>3</sub> and C<sub>3</sub>), but age and tree species composition of stand override the effect of forest site conditions.

Percentage of bark beetles foci area from Scots pine stands area increases with stand age: 52.7 % of Scots pine stands over 100 years old were infested by bark beetles. Weighted average age of all pine stands of Teterivske Forestry is 67.9 years old and in the bark beetles foci it increased from 96.5 years old in 2014 to 105.2 years old in 2016. Average age of forest stands infested by “spring” generation of bark beetles was less than infested by “summer” generation.

Confinement of bark beetles foci to Scots pine stands with relative stocking density 0.6–0.8 is proved statistically. Weighted average relative stocking density of infested Scots pine stands decreased from 0.73 in 2014–2015 to 0.67 in 2016 in result of selective sanitary felling in the first years of bark beetles outbreak.

Confinement of bark beetles foci to pure Scots pine stands, as well as to the stands with bonitet class I was proved both for plantations and natural forests.

## References

- Andreieva, O. Y. (2016). Stem pests in the foci of pine stands decline in the State Enterprise “Zhytomyr Forest Economy” of Zhytomyr region. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series «Phytopathology and Entomology»*, 1–2, 3–9 (in Ukrainian).
- Andreieva, O. Yu., & Martynchuk, I. V. (2018). Economic aspects of felling the trees colonized by stem pests in the pine stands of Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28 (2). 31–36 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40280204>

- Andreieva, O. Yu., Guzii, A. I., & Vyshnevskiy, A. V. (2018). Spread of bark beetles foci in pine stands of Rivne Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28 (3), 14-17 (in Ukrainian). DOI <https://doi.org/10.15421/40280302>
- Aoki, C. F., Cook, M., Dunn, J., Finley, D., Fleming, L., Yoo, R., & Ayres, M. P. (2018). Old pests in new places: Effects of stand structure and forest type on susceptibility to a bark beetle on the edge of its native range. *Forest Ecology and Management*, 419, 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.009>
- Atramentova, L. A., & Utevskaia, O. M. (2008). *Statistical methods in biology*. Gorlovka. (In Russian).
- Balabukh, V. O., Zhyla, S. M., Orlov, O. O., & Yaremchenko, O. A. (2013). *Vulnerable ecosystems of Polissya natural reserve and its environs in conditions of global warming: problems and ways of solving*. Kyiv: «NVP Interservis Ltd». (In Ukrainian).
- Berner, L. T., Law, B. E., Meddens, A. J., & Hicke, J. A. (2017). Tree mortality from fires, bark beetles, and timber harvest during a hot and dry decade in the western United States (2003-2012). *Environmental Research Letters*, 12(6), 065005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6f94>
- Bigler, C., Bräker, O. U., Bugmann, H., Dobbertin, M., & Rigling, A. (2006). Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland. *Ecosystems*, 9, 330-343. <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-005-0126-2>.
- Bouget, C., & Duelli, P. (2004). The effects of windthrow on forest insect communities: a literature review. *Biol Conserv* 118 (3), 281-299. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.09.009>
- Burdulanyuk, A. O., Tatorynova, V. I., Vlasenko, V. A., Demenko, V. M., Rozhkova, T. O., & Bakumenko, O. M. (2018). Dynamics of bark beetles population in the ecosystems of Polissya coniferous forests (Sumy region, Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 95-104. [https://doi.org/10.15421/2018\\_315](https://doi.org/10.15421/2018_315)
- Colombari, F., Schroeder, M. L., Battisti, A., & Faccoli, M. (2013). Spatio-temporal dynamics of an *Ips acuminatus* outbreak and implications for management. *Agricultural and Forest Entomology*, 15, 34-42. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.-2012.00589.x>
- Davydenko, K., Vasaitis, R., & Menkis, A. (2017). Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species. *European Journal of Entomology*, 114, 77-85. <https://doi.org/10.14411/eje.2017.011>
- Faccoli, M., Finozzi, V., & Colombari, F. (2012). Effectiveness of different trapping protocols for outbreak management of the engraver pine beetle *Ips acuminatus* (Curculionidae, Scolytinae). *International Journal of Pest Management*, 58 (3), 267-273. <https://doi.org/10.1080/09670874.2011.642824>
- Faccoli, M., Finozzi, V., & Gatto, P. (2011). Sanitation felling and helicopter harvesting of bark beetle-infested trees in Alpine forests: an assessment of the economic costs. *Forest Products Journal*, 61 (8), 675-680. <https://doi.org/10.13073/0015-7473-61.8.675>
- Lausch, A., Heurich, M., & Fahse, L. (2013). Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecological Indicators*, 31, 73-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.026>
- Lieutier, F., Mendel, Z., & Faccoli, M. (2016). Bark beetles of Mediterranean conifers. In: Paine T., Lieutier F. (Ed.). *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24744-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24744-1_6)
- Lopez, S., & Goldarazena, A. (2012). Flight dynamics and abundance of *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in different sawmills from Northern Spain: Differences between local *Pinus radiata* (Pinales: Pinaceae) and Southern France incoming *P. pinaster* Timber. *Psyche (Cambridge)*, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2012/145930>
- Manion, P. D. et al. (1981). *Tree disease concepts*. Prentice-Hall, Inc.
- Meshkova, V. (2006). Rating of forest plots preferences for foliage browsing insects. In Oszako, T., & Woodward, S. (Eds.). *Possible limitation of decline phenomena in broadleaved stands*. Forest Research Institute. Warsaw: IBL. 125-134.
- Meshkova, V. L. (2017). Evaluation of harm (injuriousness) of stem insects in pine forest. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27 (8), 101-104. <https://doi.org/10.15421/40270816>.
- Meshkova, V. L., & Borysenko, O. I. (2017a) Dynamics of pine engraver beetle-caused forest decline in Teterivske Forestry enterprise. *Forestry and Forest Melioration*, 131, 171-178.
- Meshkova, V., & Borysenko, O. (2017b). Gis-based prediction of the foliage browsing insects' outbreaks in the pine stands of the SE "Kreminske FHE". *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 112-118. <https://doi.org/10.15421/411714>
- Meshkova, V. L., Kochetova, A. I., Zinchenko, O. V., & Skrylnik, Yu. Ye. (2017c). Biology of multivoltine bark beetles species (Coleoptera: Scolytinae) in the North-Eastern Steppe of the Ukraine. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series "Phytopathology and Entomology"*, 1-2, 117-124.
- Mietkiewicz, N., Kulakowski, D., & Veblen, T. T. (2018). Pre-outbreak forest conditions mediate the effects of spruce beetle outbreaks on fuels in subalpine forests of Colorado. *Ecological Applications*, 28 (2), 457-472.
- Siitonen, J. (2014). *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 48(4), article id 1145. 7 p. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1145>.
- Turko, V. M., Vyshnevskiy, A. V., Siruk, & Yu. V., Pecheniuk, Ye. P. (2016) Spreading diseases and pests in the Forests of Rivne region. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26 (5), 170-177 (In Ukrainian).

- Wermelinger, B., Rigling, A., Schneider, M.D., & Dobbertin, M. (2008). Assessing the role of bark- and woodboring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. *Ecological Entomology*, 33, 239–249. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00960.x>.
- Williams, D. T., Straw, N., Fielding, N., Jukes, M., & Price, J. (2017). The influence of forest management systems on the abundance and diversity of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in commercial plantations of Sitka spruce. *Forest ecology and management*, 398, 196–207.
- Winter, M. B., Bässler, C., Bernhardt-Römermann, M., Krah, F. S., Schaefer, H., Seibold, S., & Müller, J. (2017). On the structural and species diversity effects of bark beetle disturbance in forests during initial and advanced early-seral stages at different scales. *European journal of forest research*, 136 (2), 357–373. <https://doi.org/10.1007/s10342-017-1037-4>

### Лісорослинні умови та інші характеристики насаджень сосни звичайної, сприятливі для короїдів

В.Л. Мешкова<sup>1</sup>, О.І. Борисенко<sup>2</sup>,  
В.І. Пригорницький<sup>3</sup>

Дослідження 2014–2016 рр. свідчать, що площа осередків короїдів у насадженнях сосни звичайної Тетерівського лісництва Державного підприємства «Тетерівське лісове господарство» становить 5,4 % площі лісів штучного походження та 13,1 % площі природних соснових лісів. Статистично підтверджено приуроченість осередків короїдів до природних соснових лісів.

Осередки короїдів відсутні у сухих і мокрих суборах ( $B_1$  та  $B_4$  відповідно). У межах суборів і сугрудів осередки короїдів приурочені до вологих умов ( $B_3$  та  $C_3$ ), але вік і склад насаджень впливають на поширення осередків більше, ніж тип лісорослинних умов.

Частка площі осередків короїдів від площі соснових лісів збільшується з віком деревостанів:

52,7 % соснових насаджень віком понад 100 років заселено короїдами. Середній зважений вік усіх соснових насаджень Тетерівського лісництва становить 67,9 років, а вік насаджень в осередках короїдів збільшився від 96,5 року у 2014 р. до 105,2 року у 2016 році. Короїди “літнього” покоління заселяли насадження більш старшого віку, ніж короїди “весняного” покоління.

Приуроченість осередків короїдів до соснових насаджень із відносною повнотою 0,6–0,8 доведена статистично. Середня зважена відносна повнота заселених короїдами соснових насаджень зменшилася від 0,73 у 2014–2015 рр. до 0,67 у 2016 р. внаслідок проведення вибіркового санітарних рубок у перші роки спалаху цих шкідників.

Приуроченість осередків короїдів до чистих соснових деревостанів доведена статистично для штучних і природних соснових насаджень.

У штучних і природних насадженнях осередки короїдів приурочені до деревостанів I класу бонітету.

**Ключові слова:** спалах; осередок масового розмноження комах; верхівковий короїд (*Ips acuminatus*); насадження природного походження; лісові культури; відносна повнота; вік насаджень; участь сосни у складі насаджень.

### Лесорастительные условия и другие характеристики насаждений сосны обыкновенной, благоприятные для короедов

В.Л. Мешкова<sup>1</sup>, А.И. Борисенко<sup>2</sup>,  
В.И. Пригорницкий<sup>3</sup>

Исследования проведены в 2014–2016 гг. в насаждениях сосны обыкновенной Тетеревского лесничества Государственного предприятия «Тетеревское лесное хозяйство» (Украина, Центральное Полесье). Данные относительно распространения очагов короедов получены при обследовании насаждений сосны обыкновенной в лесном фонде этого предприятия. Анализ лесорастительных условий и

- <sup>1</sup> Мешкова Валентина Львівна – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-097-371-94-58. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com
- <sup>2</sup> Борисенко Олександр Ігорович – науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-066-888-83-49. E-mail: xalekter@gmail.com
- <sup>3</sup> Пригорницький Віктор Іванович – інженер-лісопатолог, Державне підприємство «Тетерівське ЛГ», с. Пісківка, вул. Філіпова, 36, Бородянський район, Київська область, 07820 Україна. Тел.: +38-097-371-94-58. E-mail: office@tetdglg.kiev.ua

- <sup>1</sup> Мешкова Валентина Львовна – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-097-371-94-58. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com
- <sup>2</sup> Борисенко Александр Игоревич – научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-066-888-83-49. E-mail: xalekter@gmail.com
- <sup>3</sup> Пригорницкий Виктор Иванович – инженер-лесопатолог, ГП «Тетеревское ЛХ», с. Песковка, ул. Филипова, 36, Бородянский район, Киевская область, 07820, Украина. Тел.: +38-097-371-94-58. E-mail: office@tetdglg.kiev.ua

характеристик сосновых насаждений проведен по данным базы лесоустройства Производственного Объединения «Укрлеспроект» по состоянию на 2014 год.

Распространение очагов короедов в зависимости от происхождения насаждений (искусственное или естественное), типа лесорастительных условий, возраста, относительной полноты и класса бонитета сопоставляли с распространением всех насаждений сосны обыкновенной с использованием критериев  $\chi^2$  и  $\lambda$  (Колмогорова-Смирнова).

Путем анализа модельных деревьев подтверждено доминирование вершинного короеда (*Ips acuminatus*), заселяющего здоровые на вид деревья. Шестизубчатый короед (*Ips sexdentatus*) чаще заселял деревья, ранее заселенные вершинным короедом.

Установлено, что площадь очагов короедов в Тетеревском лесничестве составляет 5,4 % площади лесов искусственного происхождения и 13,1 % площади лесов естественного происхождения. Статистически подтверждена приуроченность очагов короедов к лесам естественного происхождения.

Очаги короедов не были обнаружены в сухих и мокрых суборях ( $B_1$  и  $B_4$  соответственно).

В пределах суборей ( $B$ ) и сугрудков ( $C$ ) очаги короедов приурочены к влажным условиям ( $B_3$  и  $C_3$ ), но возраст и состав насаждений влияет на распространение очагов больше, чем тип лесорастительных условий.

Доля площади очагов короедов от площади сосновых лесов увеличивается с возрастом древостоя: 52,7 % сосновых насаждений, которые старше 100 лет, заселены короедами. Средневзвешенный возраст всех сосновых насаждений Тетеревского лесничества составляет 67,9 лет, в очагах короедов этот показатель возрос от 96,5 года в 2014 году до 105,2 года в 2016 году. Короеды «летнего» поколения заселяли насаждения более старшего возраста, чем короеды «весеннего» поколения.

Приуроченность очагов короедов к сосновым насаждениям с относительной полнотой 0,6-0,8 доказана статистически. Средневзвешенная относительная полнота заселенных короедами сосновых насаждений уменьшилась с 0,73 в 2014-2015 гг. до 0,67 в 2016 гг. в результате проведения выборочных санитарных рубок в первые годы вспышки этих вредителей.

Приуроченность очагов короедов к чистым сосновым древостоям доказано статистически для сосновых насаждений искусственного и естественного происхождения.

В искусственных и естественных насаждениях очаги короедов приурочены к древостоям I класса бонитета.

**Ключевые слова:** вспышка; очаг массового размножения насекомых; вершинный короед (*Ips acuminatus*); насаждения естественного происхождения; лесные культуры; относительная полнота; возраст насаждений; участие сосны в составе насаждений.

## 6. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411813>  
Article received 2018.02.13  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Ion Dubovich  
[iondubovici@ukr.net](mailto:iondubovici@ukr.net)

Gen. Chuprynyk st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК [339.92 : 341.23]:[504:379.85]

### Особливості транскордонного економіко-правового співробітництва України з Європейським Союзом у сфері екологічного туризму

І. А. Дубовіч<sup>1</sup>, О. М. Швайка<sup>2</sup>, Х. Р. Василюшин<sup>3</sup>, Т. Є. Фомічева<sup>4</sup>

*Розглянуто особливості виникнення та формування екологічного туризму. Поява екологічного туризму пов'язана з пошуком належних підходів щодо охорони навколишнього природного середовища та створення умов для реалізації концепції сталого розвитку. Розглянуто важливість розвитку екологічного туризму на прикордонних територіях України та держав-сусідів ЄС. Акцентовано увагу на потенціалі розвитку екологічного туризму в прикордонних регіонах України та ЄС з урахуванням чинника децентралізації управління та самостійності територіальних громад. Обґрунтовано, що транскордонне співробітництво України з державами ЄС у галузі екологічного туризму спрямоване на: підвищення іміджу прикордонних регіонів України і ЄС; поглиблення партнерських відносин між туристичними підприємствами та організаціями не тільки на рівні прикордонних регіонів, але й на рівні України та держав-сусідів загалом; вивчення та впровадження досвіду сусідніх держав для регіонального економіко-правового регулювання та стимулювання екологічного туризму; налагодження контактів з іноземними представництвами, громадськими організаціями тощо. Розроблено пропозиції щодо належного співробітництва на транскордонному рівні між Україною та країнами ЄС у сфері екологічного туризму. Наголошено, що екологічний туризм відіграє важливу роль для соціально-економічного розвитку і підвищення рівня добробуту населення в прикордонних регіонах України та сусідніх держав ЄС. Запропоновано розробити нормативно-правові акти, які би повністю регулювали економіко-правові аспекти розвитку екологічного туризму.*

**Ключові слова:** екологічний туризм; транскордонне співробітництво; сталий економічний розвиток; індустрія туризму; економіко-правове регулювання.

<sup>1</sup> Дубовіч Іон Андрійович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат географічних наук, спеціаліст з міжнародного права, доцент, завідувач кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-097-215-78-78. E-mail: [iondubovici@ukr.net](mailto:iondubovici@ukr.net)

<sup>2</sup> Швайка Олександра Миколаївна – доцент кафедри екологічної економіки, кандидат економічних наук. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-096-444-87-55. E-mail: [rurych@ukr.net](mailto:rurych@ukr.net)

<sup>3</sup> Василюшин Христина Романівна – асистент кафедри екологічної економіки, кандидат економічних наук. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-098-392-16-48. E-mail: [kvasylushyn@nltu.edu.ua](mailto:kvasylushyn@nltu.edu.ua)

<sup>4</sup> Фомічева Тетяна Євгенівна – аспірант кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-287-93-40. E-mail: [tatyana\\_fomicheva@ukr.net](mailto:tatyana_fomicheva@ukr.net)

**Вступ.** За останні десятиріччя значення екологічного туризму на прикордонних територіях України та держав-сусідів Європейського Союзу (ЄС) постійно зростає. Екологічний туризм в прикордонних регіонах України є не лише формою організації відпочинку, але й екологічного виховання населення, джерелом поповнення місцевих бюджетів, сприятливою умовою для налагодження добросусідських взаємовідносин між суміжними державами.

Можна переконливо стверджувати, що на прикордонних територіях України та держав-сусідів ЄС екологічний туризм має значні перспективи і відіграє важливу роль для соціально-економічного розвитку та підвищення рівня добробуту населення в регіоні.

Оскільки потреба у відпочинку стимулюється урбанізацією, науково-технічною революцією та загальним підвищенням життєвого рівня людей, то в найближчому майбутньому значення екологічного туризму в Україні і суміжних державах ЄС зростатиме. На відміну від інших видів туризму, які в основному завдають шкоду навколишньому природному середовищу, екологічний туризм покликається захищати природу. Розвиток екологічного туризму в прикордонних регіонах України та сусідніх країнах ЄС пов'язаний з привабливими перспективами перебудови економіки, що стимулює зростання інших галузей – транспорту, зв'язку, торгівлі, будівництва, сільського господарства, виробництва товарів широкого вжитку тощо.

На сучасному етапі розвитку економіки в прикордонних регіонах, дедалі більшої актуальності набуває необхідність формування системи економіко-правового регулювання екологічного туризму.

Ефективне використання природних ресурсів дає змогу уникнути або звести до мінімуму негативні наслідки від функціонування туристичної індустрії. Реформування туризму і його трансформація до світових стандартів, є стратегічною метою України в рамках інтеграції до ЄС.

Саме тому вивчення сучасного стану та перспективних організаційних форм екологічного туризму в прикордонних регіонах України та її країн-сусідів по ЄС є актуальним завданням. У наш час проблеми розвитку екологічного туризму в прикордонних регіонах України і сусідніх державах ЄС досліджені слабо.

**Об'єкт та методи дослідження.** *Об'єкт дослідження* – транскордонне економіко-правове співробітництво України з країнами ЄС у сфері екологічного туризму. *Предмет дослідження* – транскордонне економіко-правове співробітництво у сфері екологічного туризму.

*Мета роботи* – розроблення пропозицій щодо транскордонного економіко-правового співробітництва України з країнами ЄС у сфері екологічного туризму, виявлення основних проблем у цій сфері з урахуванням чинника децентралізації управління та самостійності територіальних громад.

Деякі економіко-правові та методологічні аспекти екологічного туризму висвітлені в наукових

працях низки українських вчених (Bogush, 2008, Getman, 2010, Darmostuk, 2013, Dmytruk, 2009, Novytska, 2013, Sorokina, 2013, Shumlyanska, 2014). Беручи до уваги ці напрацювання, екологічний туризм прикордонних регіонів ми розглядаємо як сукупність соціальних, організаційних, економічних, правових та інших методів, за допомогою яких апроксимуються взаємопов'язані функції для забезпечення сталого розвитку туризму. Перелічені методи доцільно поділити за сферами застосування:

- у соціальній сфері: сприяння працевлаштуванню сільських жителів у галузі екологічного туризму;

- в організаційній сфері: формування позитивного іміджу країни на міжнародному туристичному ринку, сприяння в просуванні туристичного продукту на внутрішній та світовий ринки, а також створення умов для ефективного використання туристичної інфраструктури;

- в економічній сфері: податкове регулювання, кредитування, субсидювання та ін.;

- у правовій сфері: вдосконалення нормативно-правової бази, розвиток методології ліцензування, стандартизації та сертифікації у сфері туризму;

- у науково-освітній сфері: розвиток наукових досліджень еколого-туристичної діяльності, створення інформаційно-аналітичної бази та забезпечення підготовки професійних кадрів для екологічного туризму.

**Результати досліджень.** Враховуючи природно-ресурсний потенціал, пам'ятки історії, культури та архітектури прикордонних регіонів України та її сусідніх держав ЄС, а також вимоги щодо реалізації концепції сталого економічного розвитку, найперспективнішим видом туризму в цих регіонах є саме екологічний туризм. Останній спрямований, по-перше, на збільшення потоку туристів, по-друге – на розбудову інфраструктури для екологічно орієнтованих видів туризму.

Для розвитку екологічного туризму на прикордонних територіях України і країн ЄС вирішальне значення мають природно-рекреаційні ресурси, історико-культурна спадщина та якість і доступність туристичної інфраструктури. Прикордонні території України характеризуються високою комунікацією у сфері європейської інтеграції. Через прикордонну територію України і країн ЄС проходять автомобільні дороги та залізниці. На цій території функціонує низка музеїв, театрів і кінотеатрів, туристичні бюро, центри туристичної інформації, ботанічні та зоологічні об'єкти тощо. В останні роки у прикордонних областях України і країн ЄС кількість місць для ночівлі та проживання туристів поступово збільшується. Сьогодні існують значні відмінності у взаємовідвідуванні туристів прикордонних територій між Україною і країнами ЄС. Вважаємо, що основними причинами цих явищ є відмінності у рівнях економічного розвитку та заробітної платні в країнах ЄС та України.

Розвиток екологічного туризму в прикордонних регіонах ґрунтується на таких концептуальних положеннях: мінімізація негативного впливу туристів на довкілля; гармонійне поєднання людини, природи та інфраструктури; відвідування рекреаційних ресурсів; освоєння природного різноманіття і людського потенціалу прикордонної території; гарантія збереження природних і культурно-історичних туристичних ресурсів тощо.

Екологічний туризм дає змогу розв'язати чимало існуючих соціально-економічних та правових проблем на прикордонному рівні України та держав-сусідів ЄС, зокрема, стимулювання реалізації сталого економічного розвитку; посилення конкурентоспроможності туристично-рекреаційних послуг як однієї з найбільш перспективних галузей для працевлаштування, що сприяє підвищенню зайнятості населення, а також усуненню соціо-еколого-економічної напруженості у прилеглих до кордону областях; уникнення негативних наслідків масового туризму в прикордонних регіонах завдяки раціональному використанню природних і культурно-історичних туристичних ресурсів; вдосконалення транскордонної організації у виробничій і невиробничій сферах та ін.

Екологічний туризм у прилеглих до кордону областях України та країн ЄС є одним із найбільш перспективних сфер для забезпечення робочих місць у цьому регіоні з урахуванням чинника децентралізації управління та самостійності територіальних громад. У ринкових відносинах України розвиток екологічного туризму вважається одним із найновіших, хоча виникнення та формування цього напрямку у туризмі розпочалося ще в 70-80-х рр. ХХ сторіччя.

Сьогодні трапляються різні підходи щодо визначення поняття «екологічний туризм», серед яких розрізняють: а) життєздатний туризм, чутливий до навколишнього середовища, що передбачає вивчення природного і культурного навколишнього середовища і має на меті покращення стану цього середовища (Golovach, 2010); б) відповідальна подорож в природні території, яка сприяє охороні природи і покращує добробут місцевого населення (Novytska, 2013); в) екологічно відповідальні подорожі та відвідування відносно не порушених природних територій з метою вивчення, милування і дослідження природи та культурних пам'яток, які сприяють збереженню навколишнього середовища, наносять мінімальну шкоду природі і створюють соціально-економічні вигоди місцевому населенню (Novytska, 2013).

На нашу думку, перелічені вище визначення екологічного туризму є неповними та застарілими, хоча загалом несуть і передають його зміст. Враховуючи сучасний стан розвитку туристичної індустрії, а також стан навколишнього природного середовища і стратегію сталого розвитку, доцільно було б подати таке визначення: «Екологічний туризм – один із видів туризму, що базується на екологічній компетентності туриста, основною

метою якого є раціональне використання природних ресурсів та збереження навколишнього природного середовища відповідно до концепції сталого розвитку.

На Всесвітньому саміті з екологічного туризму, який відбувся 19-22 травня 2002 р. у м. Квебек (Канада), була прийнята декларація, в якій подано рекомендації щодо розвитку цього виду туризму у різних країнах світу. У Квебекській декларації з екологічного туризму запропоноване поняття, яке стосується тільки видів туризму, спрямованих на захист навколишнього середовища, визнання й повагу місцевого та корінного населення, культурну й природоохоронну освіту туристів (UNWTO Tourism Highlights, 2013).

У сучасному світі екологічний туризм набуває усе більшого поширення. Причому, темпи зростання популярності екологічного туризму прямо пропорційні темпам зменшення кількості незмінених природних і традиційних культурних ландшафтів (Shumlyanska, 2014).

Варто наголосити, що екологічний туризм поступово починає займати значиму нішу в світовій індустрії туризму. За прогнозами експертів Всесвітньої туристичної організації екологічний туризм буде і надалі розвиватися такими ж високими темпами. І це, насамперед, ефективно вплине на економічний розвиток країн, що розвиваються, які ще не втратили свої безцінні природні ресурси. За деякими оцінками експертів екологічний туризм вже сьогодні займає близько 10% всієї туристичної інфраструктури (Kravchenko, 2004).

Потрібно зазначити, що проблеми у сфері екологічного туризму потребують належного економіко-правового регулювання. Екологічний туризм дає можливість приносити значні доходи, а також зменшити негативний вплив туристичної діяльності на довкілля.

У стратегії розвитку туризму та курортів на період до 2026 р. економічний механізм забезпечує дотримання принципів сталого розвитку територій та утримання високого рівня конкурентоспроможності шляхом: а) використання інструментів для формування сприятливих умов для залучення інвестицій у туристичну галузь; б) надання підтримки вітчизняному виробнику туристичної продукції; в) сприяння фінансовому оздоровленню підприємств туристичної галузі; г) впровадження сучасних інформаційних і маркетингових технологій (Strategy of the Tourism..., 2017).

Всі ці механізми прямо і опосередковано можуть бути використані для розвитку екологічного туризму в прикордонних регіонах України та сусідніх держав ЄС. Оскільки прикордонні області України і сусідніх країн ЄС володіють достатніми еколого-туристичними ресурсами, використання яких, поряд із зростаючим попитом на туристичні послуги, призведе до інтенсифікації розвитку інфраструктури, зростання економічної активності, зростання прибутків і поліпшення територіальної організації еколого-туристичної діяльності, то можна виділити

наступні економіко-правові напрями регулювання екологічного туризму:

- забезпечення умов кредитування, субсидіювання суб'єктів екологічного туризму, що створені в напрямі пропозиції туристичних послуг;
- пільгове оподаткування суб'єктів екологічного туризму, які здійснюють значний внесок у розвиток внутрішнього і зовнішнього туризму;
- фінансування наукових досліджень щодо розроблення екологічних технологій ефективного використання туристично-рекреаційного потенціалу країни;
- бюджетне фінансування програм розвитку екологічного туризму;
- створення сприятливих умов для залучення інвестицій в екологічний туризм та ін.

З підвищенням значення екологічного туризму в економіці країни повинна збільшуватися участь держави в економіко-правовому регулюванні екологічного туристичної діяльності в прикордонних областях. В Україні ця система має здійснюватись у рамках організаційної структури, що включає три рівні: вищий, середній та початковий (Getman, 2010).

На вищому рівні економіко-правове регулювання в галузі екологічного туризму здійснюється Кабінетом Міністрів України, Державною службою України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, Міністерством екології та природних ресурсів, а також Міністерством економічного розвитку і торгівлі України. У вищому законодавчому органі держави – при Верховній Раді України створений спеціальний Комітет з питань сім'ї, молодіжної політики, спорту і туризму.

Середній рівень представлений центральними органами виконавчої влади: галузевими міністерствами та відомствами, а також місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування.

Початковий рівень представлений різними підприємствами, установами та організаціями, що працюють у сфері екологічного туризму, а також їхніми об'єднаннями, союзами, асоціаціями, спілками тощо.

Вважаємо, що у цей час процес розвитку екологічного туризму на прикордонних територіях України уповільнюється через низку негативних чинників, серед яких: недосконале забезпечення нормативно-правової бази; обмеженість належного асортименту запропонованих послуг; відсутність перспективного комплексного підходу у туристичній сфері; недосконалість інформаційного забезпечення щодо туристичних ресурсів тощо.

Географічне розташування (у центрі Європи) прикордонних з країнами ЄС областей, а також значні природні та інші ресурси, створюють усі умови для розвитку екологічного туризму. Проте розвиток екологічного туризму в прикордонних регіонах України значно відстає від сусідніх держав ЄС, зокрема за рівнем розвитку туристичної інфраструктури та якістю туристичних послуг, що

є серйозною проблемою в цій галузі (Strategy of the Tourism..., 2017).

Фінансово-економічна криза, що загострилася останніми роками внаслідок анексії Автономної Республіки Крим і проведенням антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей, призвели до зменшення зовнішнього туристичного потоку, відповідно негативно вплинувши на структуру туризму та реалізацію туристичних можливостей країни на внутрішньому і зовнішньому туристичному ринках. Фактично вдвічі зменшилася кількість іноземних туристів. Україна втрачає популярність в туристичній сфері, оскільки у потенційних туристів складається враження повномасштабної війни в країні.

Загострення кризових явищ у сфері туризму та курортів свідчить про необхідність удосконалення державної політики у цій сфері, встановлення пріоритетів і принципів її реалізації, повноважень і компетенцій суб'єктів туристичної діяльності, впровадження ефективних організаційно-правових, економічних та інформаційних механізмів розвитку сфери туризму і курортів як високорентабельної галузі національної економіки (Strategy of the Tourism..., 2017).

Існуючі проблеми у сфері екологічного туризму на прикордонній території України та держав ЄС можна вирішити шляхом економіко-правового регулювання. Економіко-правове регулювання екологічного туризму – це сукупність форм і методів цілеспрямованого впливу органів державної влади на діяльність господарюючих суб'єктів та ринкову кон'юнктуру з метою забезпечення його належних умов функціонування, реалізації державних соціально-економічних пріоритетів та вироблення відповідної концепції розвитку екологічного туризму в країні (Darmostuk, 2013).

До основних нормативно-правових актів, що регулюють транскордонне співробітництво у сфері екологічного туризму в Україні належать: Закон України «Про транскордонне співробітництво» (від 24.06.2004 р.); Закон України «Про туризм» (від 15.09.1995 р.); Закон України «Про курорти» (від 05.10.2000 р.); Указ Президента України «Про День туризму» (від 21.09.1998 р.); Указ Президента України Про заходи щодо забезпечення реалізації державної політики у галузі туризму (від 14.12.2001 р.); Указ Президента України Про заходи щодо розвитку туризму і курортів в Україні (від 21.02.2007 р.); Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження заходів щодо розвитку іноземного і внутрішнього туризму» (від 27.06.2003 р., ред. від 16.05.2007 р.); Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку туризму і курортів на період до 2026 року» (від 16.03.2017 р.).

Виконавчою владою України затверджено низку постанов, які стосуються питань регулювання туризму. Основними серед них є такі:

- «Про внесення змін до переліку населених пунктів, віднесених до курортних»;

- «Про затвердження Порядку створення і ведення Державного кадастру природних територій курортів»;
- «Про затвердження Державної програми розвитку туризму»;
- «Про затвердження Положення про Державну службу туризму і курортів» (Darmostuk, 2013).

До цього переліку можна також віднести загальні нормативно-правові акти, які певною мірою регулюють відносини у туристичній сфері, в т.ч. Цивільний, Господарський, Податковий, Земельний кодекси та ін.

Поряд з цим, перелічені правові документи лише частково регулюють відносини у сфері розвитку екологічного туризму на базових засадах розвитку туристичної діяльності. На нашу думку, важливим було б введення нормативно-правових актів стосовно екологічного туризму не лише частково, а повністю, в яких відображались би екологічні наповнення, оскільки цей вид туризму, у контексті сталого розвитку, передбачає раціональне використання та відтворення природних ресурсів, охорону довкілля, що обмежує залучення до екологічного туризму природно-промислових видів діяльності та руйнування довкілля. Запровадження екологічного туризму з його належним економіко-правовим регулюванням сприятиме гармонійному поєднанню складових сталого розвитку (екологічній, економічній та соціальній).

У Законі України «Про туризм» зазначено, що екологічний туризм є одним із пріоритетних напрямів розвитку туристичної діяльності. Екологічний туризм сприяє захисту природного довкілля, підвищує екологічну культуру мандрівників, виконує просвітницьку та навчальну функції, дбайливо ставиться до традицій і культури місцевого населення тощо (Law of Ukraine..., 1995).

Державне регулювання туристичної діяльності є одним із механізмів реалізації державної політики в галузі туризму, яка включає в себе комплекс організаційних, соціально-економічних, політико-правових та інших методів, що використовуються парламентами, урядами, державними і громадськими організаціями та установами з метою створення умов для розвитку туристичної галузі в країні (Darmostuk, 2013).

Правове регулювання туристичної діяльності в Україні здійснюється на підставі системи джерел права, основою яких є Конституція України, міжнародно-правові акти про туризм, закони України, комплекс спеціальних підзаконних нормативно-правових актів, які відіграють визначальну роль в організації туристичної діяльності (Dmytruk, 2009).

Отже, перспективи розвитку екологічного туризму на прикордонних територіях України і держав ЄС можуть виявитись успішними внаслідок ефективного транскордонного економіко-правового співробітництва особливо в регіонах з належним потенціалом (природним, інвестиційним, туристичної інфраструктури та ін.). Ефек-

тивне транскордонне співробітництво України з державами ЄС у галузі екологічного туризму сприятиме підвищенню іміджу прикордонних регіонів України і ЄС; поглибленню партнерства між туристичними підприємствами та організаціями не тільки прикордонних регіонів, але й України і сусідніх держав ЄС загалом; вивченню та впровадженню досвіду сусідніх держав для регіонального регулювання та стимулювання екологічного туризму; налагодженню контактів з іноземними представництвами, громадськими організаціями тощо.

Потенціал розвитку екологічного туризму в прикордонних регіонах України та країн ЄС дає підстави стверджувати, що існують значні перспективи в цьому напрямі, однак його сучасний стан не відповідає концепції сталого розвитку.

У прикордонному регіоні України і держав ЄС важливими об'єктами для співпраці та інвестування є готелі, мотелі і хостели, нові реконструйовані бази відпочинку, туристичні комплекси гірсько-лижної спеціалізації, історико-культурні споруди, які передбачається адаптувати для нічліжно-рекреаційних потреб, а також значний спектр рекреаційно-розважальних закладів.

**Висновки.** Поява у другій половині ХХ ст. екологічного туризму пов'язана з пошуком ефективних підходів до охорони навколишнього природного середовища та створення умов для реалізації концепції сталого розвитку.

Для розвитку екологічного туризму на прикордонних територіях України і держав ЄС вирішальне значення мають природно-рекреаційні ресурси, історико-культурна спадщина та якість і доступність туристичної інфраструктури.

Транскордонне економіко-правове співробітництво України з країнами ЄС в галузі екологічного туризму дасть змогу розв'язати чимало існуючих соціально-економічних та правових проблем на прикордонному рівні України та держав-сусідів ЄС.

У прилеглих до кордону регіонах України та країн ЄС екологічний туризм стає пріоритетним видом туризму, який впливає на систему управління щодо раціонального використання природних ресурсів та охорону довкілля.

Існуючі проблеми у сфері екологічного туризму на прикордонній території України та країн ЄС можна вирішити шляхом економіко-правового регулювання діяльності господарюючих суб'єктів та ринкової кон'юнктури з метою забезпечення належних умов розвитку екологічного туризму та врахуванням чинника децентралізації управління і самостійності територіальних громад.

Напрями подальших досліджень полягають у розвитку моделі транскордонного економіко-правового співробітництва України з Європейським Союзом у сфері екологічного туризму з урахуванням чинника децентралізації управління та підвищення самостійності територіальних громад.

## Бібліографічні посилання

- Bogush, L. G. (2008). Ecotourism as a integration vector of socio-economical and ecologic components of sustainable development. – Retrieved from <http://economics-of-nature.net/uploads/arhiv/2008/Bogush.pdf> (in Ukrainian).
- Getman, V. I. (2010). Ecotourism or Ecological Tourism: Theory and Reality. *Native nature*, 3, 24-29 (in Ukrainian).
- Golovach, I. (2010). Analysis of approaches to the definition of ecological tourism. *Slobozhanskyi herald of science and sport*, 1, 12-14 (in Ukrainian).
- Darmostuk, D. G. (2013). State regulation of green tourism in Ukraine. *Public Administration: Theory and Practice*, 2, 166-170. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pubupr\\_2013\\_2\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pubupr_2013_2_29) (in Ukrainian).
- Dmytruk, O. Yu. (2009). *Ecotourism: Educational Manual*. Kyiv: Alterpress (in Ukrainian).
- Dmytruk, O. Yu. (2004). *Ecological tourism: modern concepts of management and marketing Educational Manual*. Kyiv: Alterpress (in Ukrainian).
- Law of Ukraine “About Tourism” (1995). Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/go/324/95-вр> (in Ukrainian).
- Law of Ukraine “About Transboundary Collaboration” (2004). Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1861-15> (in Ukrainian).
- Kravchenko, N. (2004). Social problems of ecological tourism development. *Problems of activation of recreational activities of the population : proceedings of the 4th Ukrainian scientific and practical conference*, 29-31. Lviv, Ukraine (in Ukrainian).
- Kruchek, O. A. (2010). Ecological tourism as an important factor in the sustainable development of the tourism industry (praxeological aspect). *Scientific Notes of Kyiv University of Tourism, Economy and Law*, 8, 144-158 (in Ukrainian).
- Novytska, S. (2013). Ecological Tourism as a Priority Direction of Sustainable Development of the Tourism Sphere. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography*, 2, 164-169 (in Ukrainian).
- Smoliy, V. A., Fedorchenko, V. K., & Tsybukh, V. I. (2006). *Encyclopedic Dictionary-Guide of Tourism*. Kyiv: Publishing House “Word” (in Ukrainian).
- Sorokina, G. O. (2013). *Ecological tourism*. Luhansk: State Institution “Luhansk Taras Shevchenko National University” (in Ukrainian).
- Strategy of the Tourism and Resorts Development for the Period up to 2026 year (2017). Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/168-2017-р> (in Ukrainian).
- Shumlyanska, N. V. (2014). Ecotourism as a form of adherence to the natural and cultural heritage. *Culture of Ukraine*, 47, 108-115 (in Ukrainian).
- Shumlyanska, N. V. (2011). Social and cultural principles of ecological tourism development. *Culture of Ukraine*, 32, 179-188 (in Ukrainian).

- UNWTO Tourism Highlights (2013). Retrieved from <http://mkt.unwto.org>
- Tymchuk, S. (2016). Ecological tourism as a direction of social and economic development of rural territories. *Scientific Herald of the Ternopil National University of Economics*, 1, 35-41 (in Ukrainian).
- Weaver, D. B. (2001). The encyclopedia of ecotourism. Retrieved from <https://www.cabi.org>
- Wood, M. E. (2002). Ecotourism: Principles, Practices & Policies for Sustainability. Retrieved from <http://www.academia.edu>

## Особенности трансграничного экономико-правового сотрудничества Украины с Европейским Союзом в сфере экологического туризма

И. А. Дубович<sup>1</sup>, О. М. Швайка<sup>2</sup>, Х. Р. Василишин<sup>3</sup>,  
Т. Е. Фомичева<sup>4</sup>

Рассмотрены особенности возникновения и формирования экологического туризма. Появление экологического туризма связано с поиском надлежащих подходов по охране окружающей природной среды и созданием условий для реализации концепции устойчивого развития. Поскольку потребность в отдыхе стимулируется урбанизацией, научно-технической революцией и общим повышением жизненного уровня, то в ближайшем будущем значение экологического туризма в Украине все больше будет расти. В отличие от других видов туризма, которые в основном наносят вред окружающей среде, экологический туризм призван защищать природу.

Развитие экологического туризма в приграничных регионах Украины и соседних стран ЕС связано с перспективами перестройки экономики,

<sup>1</sup> Дубович Ион Андреевич – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат географических наук, специалист с международного права, доцент, заведующий кафедрой экологической экономики. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-097-215-78-78. E-mail: [iondubovici@ukr.net](mailto:iondubovici@ukr.net)

<sup>2</sup> Швайка Александра Николаевна – доцент кафедры экологической экономики, кандидат экономических наук. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-096-444-87-55. E-mail: [rurych@ukr.net](mailto:rurych@ukr.net)

<sup>3</sup> Василишин Христина Романовна – ассистент кафедры экологической экономики, кандидат экономических наук. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-098-392-16-48. E-mail: [kvasylshyn@nltu.edu.ua](mailto:kvasylshyn@nltu.edu.ua)

<sup>4</sup> Фомичева Татьяна Евгеньевна – аспирант кафедры экологической экономики. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-067-287-93-40. E-mail: [tatyana\\_fomicheva@ukr.net](mailto:tatyana_fomicheva@ukr.net)

стимулирует рост других отраслей – транспорта, связи, торговли, строительства, сельского хозяйства, производства товаров широкого потребления и др. Именно поэтому изучение современного состояния и перспективных организационных форм экологического туризма в приграничных регионах Украины и ее стран-соседей по ЕС является актуальной задачей.

Рассмотрены важность развития экологического туризма на приграничных территориях Украины и стран-соседей ЕС, что дает возможность решить немало существующих социально-экономических и правовых проблем, среди которых стимулирование реализации устойчивого экономического развития; усиление конкурентоспособности туристическо-рекреационных услуг как одной из наиболее перспективных отраслей для трудоустройства, что способствует повышению занятости населения, а также устранению социо-эколого-экономической напряженности в прилегающих к границе областях; избежание негативных последствий массового туризма в приграничных регионах, благодаря рациональному использованию природных и культурно-исторических туристских ресурсов; совершенствование трансграничной организации в производственной и непроизводственной сферах и др.

Акцентируется внимание на потенциал развития экологического туризма в приграничных регионах Украины и стран ЕС. Трансграничное сотрудничество Украины с государствами ЕС в области экологического туризма направлено на повышение имиджа приграничных регионов Украины и стран ЕС; углубление партнерских отношений между туристическими предприятиями и организациями не только на уровне приграничных регионов, но и на уровне государств-соседей в целом; изучение и внедрение опыта соседних государств для регионального экономико-правового регулирования и стимулирования экологического туризма; налаживание контактов с иностранными представительствами, общественными организациями и др.

Разработаны предложения по сотрудничеству на трансграничном уровне между Украиной и странами ЕС в сфере экологического туризма. Обосновано, что экологический туризм играет важную роль для социально-экономического развития и повышения уровня благосостояния населения в приграничных регионах Украины и соседних государств ЕС. Предложено разработать и принять нормативно-правовые акты, которые бы полностью регулировали экономико-правовые аспекты развития экологического туризма.

**Ключевые слова:** экологический туризм; трансграничное сотрудничество; устойчивое развитие; индустрия туризма; экономико-правовое регулирование.

## **Peculiarities of Ukraine's transboundary economic and legal cooperation with the European Union in the field of ecological tourism**

I. Dubovich<sup>1</sup>, O. Shvayka<sup>2</sup>, K. Vasylyshyn<sup>3</sup>,  
T. Fomicheva<sup>4</sup>

The attention is paid to the peculiarities of the ecological tourism emergence and formation. The emergence of ecological tourism is associated with the search for appropriate approaches to environmental protection and the creation of conditions for the implementation of the sustainable development concept. Since the need for recreation is stimulated by urbanization, a scientific and technological revolution and a general increase in living standards, the importance of ecological tourism in Ukraine will steadily grow in the future. Unlike other types of tourism, which mainly damage the natural environment, ecological tourism is designed to protect nature.

The attention is also drawn to the fact that ecotourism development in the border regions of Ukraine and neighboring countries of the EU is associated with attractive prospects for restructuring the economy, which stimulates the growth of other sectors: transport, communication, trade, construction, agriculture, production of consumer goods etc. That is why the study of the current state and promising organizational forms of ecological tourism in the border regions of Ukraine and neighboring EU countries is an urgent task.

The importance of the ecological tourism development in the border areas of Ukraine and the EU's neighboring countries is considered, which enables to solve a number of existing social, economic and legal problems. In particular such problems as stimulating the implementation of sustainable economic development; increasing the competitiveness of tourist and recreational services as one of the most perspective sectors of employment, which contributes the increase of employment, as well as elimination

<sup>1</sup> *Ion Dubovich* – Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Candidate of Geographical Sciences, Specialist in International Law, Associate Professor, Head of the Department of Ecological Economics. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-097-215-78-78. E-mail: iondubovici@ukr.net

<sup>2</sup> *Oleksandra Shvayka* – Associate Professor at the Department of Ecological Economics. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-096-444-87-55. E-mail: rurych@ukr.net

<sup>3</sup> *Khrystyna Vasylyshyn* – Assistant Professor at the Department of Ecological Economics, Candidate of Economic Science. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-098-392-16-48. E-mail: kvasylyshyn@ntu.edu.ua

<sup>4</sup> *Tatyana Fomicheva* – Postgraduate Student at the Department of Ecological Economics. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-287-93-40. E-mail: tatyana\_fomicheva@ukr.net

of social, ecological and economic tensions in the adjacent regions; avoiding the negative consequences of mass tourism in the border regions, mainly due to the sustainable use of natural, cultural and historical touristic resources; improvement of the cross-border organization in the production and non-production sectors, etc.

The article emphasizes the potential of ecological tourism development in the border regions of Ukraine and the EU. It is substantiated that the cross-border cooperation of Ukraine with the EU states in the field of ecological tourism is aimed at: improving the image of the border regions of Ukraine and the EU; deepening partnerships between tourism enterprises and organizations not only at the level of the border regions, but also at the level of the neighbouring countries as a whole; studying and implementing the

experience of neighbouring countries for regional economic and legal regulation, as well as stimulation of ecological tourism; establishing contacts with foreign missions, public organizations, etc. Proposals on proper cooperation at the cross-border level between Ukraine and the EU in the field of ecological tourism are developed. It is substantiated that ecological tourism plays an important role for social and economic development and raising the level of well-being of the population in the border regions of Ukraine and the neighbouring states of the EU. It's proposed to develop and adopt normative legal acts that would fully regulate the economic and legal aspects of the environmental tourism development.

**Key words:** ecological tourism; cross-border cooperation; sustainable economic development; tourism industry; economic and legal regulation.



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411814>  
Article received 2018.02.20  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Igor Litsur  
[ilytsur@ukr.net](mailto:ilytsur@ukr.net)

Taras Shevchenko boulevard 60, Kyiv, 01032, Ukraine

УДК 330.1: 630.23

## Аналіз фінансування видатків підприємств Держлісагенства з державного бюджету України

А. І. Карпук<sup>1</sup>, І. М. Лицур<sup>2</sup>

*Досліджено сутність та особливості механізму фіскального регулювання, обґрунтовано науково-теоретичні засади його впливу на забезпечення збалансованого розвитку лісового господарства в системі фіскальної політики природокористування.*

*Проаналізовано стан фіскального регулювання в досліджуваній сфері та виявлено, що зниження фінансової стабільності лісогосподарських підприємств негативно впливає не лише на фінансово-економічну, але й на соціальну, екологічну ситуацію, продуктивність лісових екосистем, спричиняє погіршення сортиментної структури деревини, втрату нею конкурентоспроможності на ринку. Основними причинами нестачі коштів бюджетів різних рівнів визначено: низьку частку власних дохідних коштів, залежність від державного фінансування, відсутність стимулів щодо додаткового одержання доходів та економного витрачання бюджетних коштів. За умови ефективної організації внутрішньогалузевої взаємодії можливо мінімізувати бюджетну підтримку та функціонувати на засадах самоокупності, збільшивши надходження до бюджетів усіх рівнів.*

*Обґрунтовано залежність наповнення бюджету і подальшого процесу перерозподілу доходів між бюджетами різних рівнів та, як наслідок, збалансованого розвитку лісового господарства, від обсягу податкових надходжень і ефективності застосування інструментів фіскального регулювання. Для поліпшення реалізації лісової політики існує необхідність поліпшити наповнення бюджетів усіх рівнів, що передбачає застосування таких інструментів, які є найбільш дієвими і не вимагають додаткових витрат з бюджету, з одного боку, і не знижують показників діяльності лісогосподарських підприємств – з іншого.*

*Запропоновано концептуальні засади функціонування механізму фіскального регулювання з урахуванням світового досвіду.*

**Ключові слова:** *фіскальне регулювання; лісо господарювання; лісові ресурси; податкове навантаження.*

**Вступ.** Важливою складовою економічного регулювання збалансованого та невиснажливого лісокористування є механізм фіскального регулювання. Основними інструментами фіскального регулювання є доходи та видатки, які є бюджетними та податковими складовими. Більшість розвинутих країн в системі заходів антикризового регулювання економіки використовують інструменти фіскального ре-

гулювання не лише для вирішення фіскальних цілей, але й для виконання невідкладних завдань суспільного розвитку, перерозподілу доходів бюджетів між державою, економічними суб'єктами та населенням, а також для забезпечення стимулювання раціонального використання природних ресурсів.

Зниження фінансової стабільності лісогосподарських підприємств призводить не лише до нега-

<sup>1</sup> Карпук Анатолій Іванович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор економічних наук, директор відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Боярська ЛДС», вул. Лісодослідна 12, м. Боярка, 08150, Україна. Тел.: 045-983-54-61. E-mail: [vp\\_nau\\_blds@ukr.net](mailto:vp_nau_blds@ukr.net)

<sup>2</sup> Лицур Ігор Миколайович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор економічних наук, провідний науковий співробітник Державної установи «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», бульвар Тараса Шевченка 60, м. Київ, 01032, Україна. Тел.: 044-486-40-25, +38-096-438-34-75. E-mail: [ilytsur@ukr.net](mailto:ilytsur@ukr.net)

тивних фінансово-економічних наслідків, але й соціальних та екологічних, негативно відображається на продуктивності лісових екосистем, зниженні рівня біорізноманіття, погіршенні сортиментної структури деревини, втраті конкурентоспроможності її на ринку. Основними причинами нестачі коштів бюджетів різних рівнів є низька частка власних дохідних коштів, залежність від державного фінансування, відсутність стимулів у додатковому одержанні доходів та нецільове витрачання бюджетних коштів. Такий стан ведення лісового господарства не повністю задовольняє основним вимогам чинного природоохоронного законодавства щодо збереження, комплексного та ефективного використання і примноження лісових ресурсів.

Теоретико-методологічні засади фіскального регулювання спеціального використання природних ресурсів, актуальні питання рентного регулювання розглянуто в численних наукових працях (Turkevich, 1977, Antonenko, 2001, Savushchik, Poliakova, & Popov, 2001, Shvydenko, 2004, Dubas, 2011, Tunytsia, 2011, Khvesik, Shubaliy, & Vasilik, 2011, Shershun, 2012, Furdichko & Bobko, 2013, Bobko, 2014). Поряд з цим, недостатньо уваги приділено питанням теоретичного обґрунтування механізму фіскального регулювання у лісовому господарстві та його складових.

**Об'єкт та методика досліджень.** *Об'єкт дослідження* – процес фіскального регулювання в лісовому господарстві. *Предмет дослідження* – сукупність теоретико-методологічних підходів і практичних рекомендацій, спрямованих на вдосконалення механізму фіскального регулювання у лісовому господарстві.

*Мета досліджень* – поглиблення теоретичних і розробка методологічних підходів до формування механізму фіскального регулювання у лісогоспдарській сфері.

Теоретичну та методологічну основу дослідження становлять фундаментальні положення економічної теорії, економіки природокористування та охорони навколишнього природного середовища, праці провідних вітчизняних і зарубіжних учених з проблем формування механізму фіскального регулювання у лісовому господарстві. Виконання окреслених у роботі завдань здійснювалось з використанням сучасних методів дослідження, зокрема *абстрактно-логічного* – для з'ясування сутності фіскального механізму регулювання лісового господарства; *економіко-статистичного* – для аналізу сучасного стану фінансування видатків підприємств Держлісагенства з державного бюджету України; *системно-структурного та порівняльного аналізу* – для теоретичного узагальнення сучасних наукових досліджень у галузі соціально-економічних відносин, що виникають у результаті податкового навантаження на економічну діяльність лісогоспдарських підприємств; *кореляційно-регресійного аналізу* – для оцінки структури і динаміки доходів галузі у складі бюджету України; *розрахункового і графічного* – для обґрунтування

ефективності функціонування механізму фіскального регулювання у забезпеченні збалансованого розвитку лісового господарства.

**Результати та обговорення.** Основними джерелами фінансування розвитку лісового господарства є кошти державного та місцевих бюджетів лісокористувачів, а також інших джерел, у т. ч. коштів міжнародних організацій та іноземних інвесторів. Видатки на підвищення продуктивності, поліпшення якісного складу лісів, їх відтворення і охорони згідно ст. 98 Лісового кодексу (*Forest code of Ukraine, 1994*) здійснюються за рахунок державного бюджету та власних коштів підприємств, установ і організацій лісового господарства (щодо лісів державної власності); місцевого бюджету і власних коштів підприємств, установ та організацій лісового господарства (щодо лісів комунальної власності) і власних коштів власників лісів (щодо лісів приватної власності). Видатки на підвищення продуктивності, поліпшення якісного складу лісів державної і комунальної власності, їх охорону, захист і відтворення фінансуються шляхом цільового виділення коштів з державного та місцевих бюджетів для реалізації загальнодержавних, державних і регіональних (місцевих) програм ведення лісового господарства.

Лісовий сектор належить до тих ланок національної економіки, який за умови ефективної організації внутрішньогалузевої взаємодії може мінімізувати бюджетну підтримку та працювати на засадах самоокупності, збільшивши надходження до бюджетів усіх рівнів. У теперішній складній економічній ситуації основна увага повинна бути спрямована на реалізацію тих пропозицій, які забезпечують зміни у базових законодавчо-нормативних актах і передбачають застосування податкових і неподаткових регуляторів господарського освоєння природно-ресурсного потенціалу. Природні та соціально-економічні умови зумовлюють суттєву різницю в економічних показниках лісових господарств в окремих природних зонах. З метою визначення тенденцій використання бюджетних коштів та виявлення, які саме інструменти фіскального механізму можуть забезпечити збалансований розвиток лісового господарства, важливим аспектом є аналіз динаміки і структури фінансування видатків на ведення лісового господарства. Аналіз складових елементів механізму фіскального регулювання вказує на необхідність фінансування видатків лісової галузі за функціональною класифікацією «Ведення лісового і мисливського господарства, охорона і захист лісів» (табл. 1).

Удосконалення інструментів механізму фіскального регулювання повинно підвищити конкурентоспроможність лісової галузі України, активізувати інноваційно-інвестиційну складову її розвитку, позитивно вплинути на структурні процеси у лісовому господарстві, тим самим забезпечивши динамічне економічне зростання із підвищенням рівня та якості життя населення загалом.

Однією з важливих причин нераціонального використання лісових ресурсів є недосконалість

фінансового механізму, відсутність інвестицій на лісовідновлення та проведення інших екологічно орієнтованих заходів. Оскільки лісове господарство здійснює природоохоронну діяльність, а лісові ресурси продукують позитивні внутрішні і зовнішні ефекти, то для забезпечення галузі необхідними фінансовими ресурсами в складі фінансового механізму необхідно передбачити методи стимулювання процесів лісокористування, до яких відносяться пільгове оподаткування, бюджетне фінансування, пільгове кредитування (Іlnytska-Нукavchuk & Rymar, 2006). Фінансування заходів з підвищення продуктивності, поліпшення якісного складу лісів, їх охорони, захисту і відтворення здійснюються за

рахунок державного бюджету та власних коштів підприємств, установ і організацій щодо лісів державної власності; відповідні видатки фінансуються шляхом цільового виділення коштів Державного бюджету для реалізації загальнодержавних, державних і регіональних (місцевих) програм ведення лісового господарства. Суттєвим елементом нарощення обсягів фінансових потоків на підприємствах лісового господарства є створення регіонального фонду відтворення, охорони та захисту лісів, що певним чином може спростити рух фінансових потоків відповідно до їх цільового призначення (Bakaleiko & Volynchuk, 2014).

Таблиця 1

**Динаміка і структура фінансування державних підприємств Держлісагенства України  
впродовж 2010-2016 рр.**

| Показник                                                                        | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2016 до 2010, ± |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| <b>Видатки</b>                                                                  |         |         |         |         |         |         |         |                 |
| Держлісагенство, усього, млн грн                                                | 613,60  | 751,71  | 657,22  | 695,59  | 511,41  | 462,14  | 137,45  | -492,74         |
| Питома вага у Державному бюджеті, %                                             | 0,199   | 0,219   | 0,159   | 0,166   | 0,116   | 0,079   | 0,020   | —               |
| У т.ч. на ведення лісового господарства, млн грн                                | 374,93  | 491,05  | 602,20  | 640,57  | 460,80  | 412,72  | 79,85   | -308,68         |
| Питома вага на ведення лісового господарства, %                                 | 61,10   | 65,32   | 91,63   | 92,09   | 90,10   | 89,31   | 58,09   | —               |
| Споживання, млн грн                                                             | 503,21  | 539,93  | 530,77  | 119,36  | 109,24  | 115,98  | 126,74  | -246,09         |
| Питома вага, %                                                                  | 82,01   | 71,83   | 80,76   | 17,16   | 21,36   | 25,10   | 92,21   | —               |
| Розвитку, млн грн                                                               | 110,38  | 211,78  | 126,45  | 576,23  | 402,17  | 346,16  | 10,71   | 8,62            |
| Питома вага, %                                                                  | 17,99   | 28,17   | 19,24   | 82,84   | 78,64   | 74,90   | 7,79    | —               |
| <b>Доходи</b>                                                                   |         |         |         |         |         |         |         |                 |
| Рентна плата за спецвикористання лісових ресурсів до Держбюджету, млн грн       | 156,60  | 161,90  | 182,50  | 201,00  | 334,80  | 431,40  | 461,90  | 305,30          |
| Питома вага у Дербюджеті країни, %                                              | 0,061   | 0,053   | 0,049   | 0,057   | 0,089   | 0,083   | 0,075   | —               |
| Рентна плата за спецвикористання лісових ресурсів до місцевого бюджету, млн грн | 14,00   | 61,00   | 82,40   | 105,50  | 212,90  | 309,20  | 456,00  | 442,00          |
| Питома вага у місцевому бюджеті, %                                              | 0,020   | 0,080   | 0,093   | 0,114   | 0,239   | 0,257   | 0,267   | —               |
| Сплачено податків та внесків до Зведеного бюджету, млн грн                      | 1151,50 | 1327,50 | 1372,20 | 1498,60 | 1972,70 | 3159,60 | 4207,90 | 3056,40         |
| Питома вага податкових платежів та внесків, %                                   | 0,378   | 0,342   | 0,317   | 0,349   | 0,444   | 0,485   | 0,538   | —               |

Джерело: розраховано І. М. Лицуром на основі законів про Державний бюджет України (2010-2016 рр.) та за даними Державного агентства лісових ресурсів України

Перейдімо до аналізу стану фінансування лісової галузі в Україні. Починаючи з 2010 р., обсяг видатків Державного бюджету країни значно зріс, порівняно з попередніми роками, було значно вищим фінансування лісової галузі. Однак частка видатків з бюджету на фінансування Держлісагенства у структурі Державного бюджету значно скоротилась (рис. 1).

Також важливим чинником є різка тенденція зміни пріоритетності фінансування видатків споживання над видатками розвитку у лісовій галузі. Зокрема, у 2016 р. видатки розвитку становили 7,8 % у загальній частині фінансування, що на 327,8 млн грн менше, ніж у 2015 році. На рис. 2 наведена структура видатків Державного бюджету України в період 2015-2016 рр.

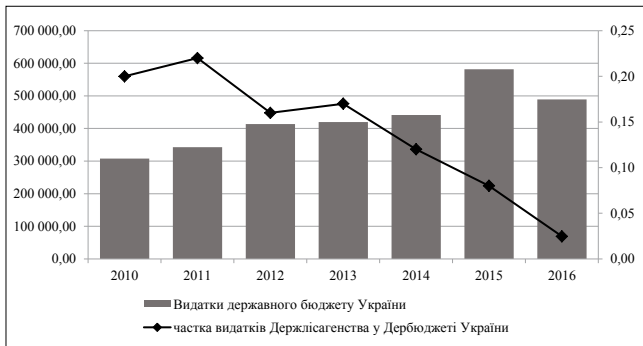


Рис. 1. Динаміка частки видатків Державного лісового агентства України у структурі видатків Державного бюджету України, 2010-2016 рр.

Джерело: за даними Закону про державний бюджет України, 2010-2016 рр.

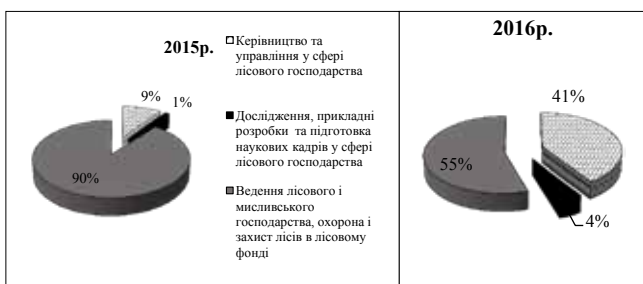


Рис. 2. Порівняння структури фінансування видатків Держлісагенства України з Державного бюджету України

Джерело: за даними Державного агентства лісових ресурсів України

Останніми роками спостерігається різка негативна тенденція значимості видатків на лісову галузь у видатках Державного бюджету України. Частка видатків на Держлісагенство у структурі Державного бюджету України зменшилась з 0,2% у 2010 до 0,02% у 2016 році. Спадна тенденція розпочалась з 2012 р., і в 2016 р. стала критичною – порівняно з 2015 р. частка видатків зменшилась на 0,06%. Хоча питома вага фінансування галузі у відсотках зовсім низька, для галузі ці зміни відчутно помітні. Найбільшу суму видатків на Держлісагенство з державного бюджету за аналізований період зафіксовано у 2011 р. – 751,7 млн грн, а найменшу у 2016 – 120,9 млн грн, що на 492,7 млн грн менше порівняно з 2010 роком. Така ситуація пов'язана, насамперед, із загальною економічною ситуацією в країні та воєнними діями на сході.

Одним з найбільш пріоритетних та важливих показників видатків лісової галузі за функціональною класифікацією є стаття «Ведення лісового і мисливського господарства, охорона і захист лісів в лісовому фонді». Адже, головною метою ведення лісового господарства є відтворення та збереження лісів, підвищення їх продуктивності, лісорозведення, збереження робочих місць. Фінансування цієї статті видатків становило 66,3 млн грн у 2016 р., що на 308,7 млн грн менше ніж у 2010 році. Однак серйозне занепокоєння щодо фінансування цієї статті

свідчить порівняння його обсягу з таким у 2015 р.: зменшення склало 332,9 млн грн.

Починаючи з 2010 р. фінансування цієї статті видатків збільшувалось до 2013 р., однак з 2014 р. вже спостережено негативну тенденцію (рис. 3). Різке зменшення цієї статті видатків спостерігаємо з 2014 р., основними причинами чого стали військові дії та політико-економічна криза у державі. Питома вага видатків на ведення лісового господарства у 2016 р. порівняно з 2013 р. зменшилась на 37,3%, а з 2015 – на 34,5%. У 2016 р. динаміка зменшення фінансування склала 43,74%.



Рис. 3. Динаміка частки видатків у структурі видатків Держлісагенства з Державного бюджету України впродовж 2010-2016 рр.

Джерело: за даними Державного агентства лісових ресурсів України

Така зміна спричинена збільшенням у структурі фінансування статті видатків, що має назву «Керівництво та управління у сфері лісового господарства». Цей показник впродовж аналізованого періоду мав відносно стабільну тенденцію у структурі видатків – від 6,43 до 9,40%, однак у 2016 р. частка цього показника стрімко зросла і склала 40,95%.

Обсяг коштів, які спрямовані на ведення лісового господарства у розрізі обласних управлінь лісового і мисливського господарства (ОУЛМГ) представлено на рис. 4. Отже, підприємства, які знаходяться на лісистих територіях, вже перейшли на самостійне фінансування, за рахунок власних коштів ведуть лісгосподарську діяльність. Проблематичним є ведення лісового господарства у південно-східному регіонах України, де підприємства не мають власних коштів, а держава не фінансує в повному обсязі необхідні видатки. Такий стан виявляє негативний вплив на охорону і захист лісів у цих регіонах, оскільки на півдні і сході країни ліси відіграють надзвичайно важливу роль у захисті довкілля, що сприяє ефективному веденню сільського господарства.

Також у структурі фінансування видатків Держлісагенства з державного бюджету має місце бюджетна програма «Дослідження, прикладні розробки та підготовка наукових кадрів у сфері лісового господарства», частка якої у 2012 р. становила 1,89% у структурі видатків, що на 30,6% менше порівняно з 2010 роком. На дослідження, прикладні

розробки та підготовку наукових кадрів у сфері лісового господарства спрямовується 1,05 % у 2015 р. та 4,24 % – у 2016 р. бюджетних коштів: зафіксовано збільшення на 449, 3 тис грн.

Структура фінансування ОУЛІМГ на ведення лісового господарства представлена на рис. 5.

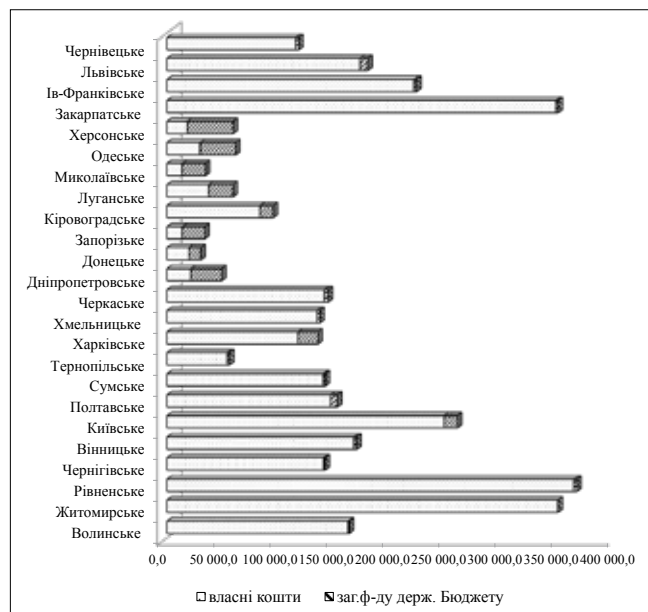


Рис. 4. Обсяг коштів, спрямованих на ведення лісового господарства у розрізі ОУЛІМГ за 2015 р., тис. грн  
Джерело: за даними Державного агентства лісових ресурсів України

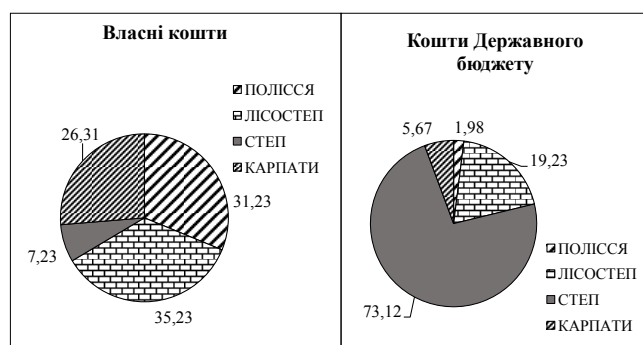


Рис. 5. Структура розподілу коштів фінансування ведення лісового господарства у розрізі природних зон, 2015 р., тис. грн  
Джерело: за даними Державного агентства лісових ресурсів України

Природні та соціально-економічні умови зумовлюють суттєву відмінність в економічних показниках лісових господарств окремих природних зон: регіони, краще забезпечені лісовими ресурсами, спрямовують більше власних коштів на ведення лісового господарства.

На цей час основним джерелом ведення лісового господарства загалом по Україні є власні кошти підприємств, які формуються від реалізації продукції лісозаготівель. Впродовж 2010-2016 рр. частка від цієї діяльності постійно змінювалась, досягнувши рівня 98,5 % від загальних обсягів реалізованої продукції, робіт та послуг лісового господарства (табл. 2).

Таблиця 2

#### Динаміка та структура витрат на ведення лісового і мисливського господарства, охорону і захист лісів в Україні впродовж 2010-2016 рр.

| Показник                          | 2010   | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Всього витрат, млн грн            | 864,00 | 1120,00 | 1238,00 | 2441,72 | 2653,00 | 3688,30 | 4503,10 |
| у т.ч.: власні кошти, млн грн     | 489,07 | 628,95  | 635,80  | 1801,15 | 2192,20 | 3290,10 | 4437,20 |
| питома вага, %                    | 56,61  | 56,16   | 51,36   | 73,77   | 82,63   | 89,20   | 98,54   |
| Кошти державного бюджету, млн грн | 374,93 | 491,05  | 602,20  | 640,57  | 460,80  | 398,20  | 66,20   |
| питома вага, %                    | 43,39  | 43,84   | 48,64   | 26,23   | 17,37   | 10,80   | 1,47    |

Джерело: за даними Державного агентства лісових ресурсів України

За результатами господарсько-фінансової діяльності підприємств галузі у 2016 р. отримано 12355,4 млн грн чистого доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), що на 1940,8 млн грн (19%) більше, ніж у 2015 році. Чистий прибуток становив 597,2 млн грн, з якого 447,9 млн грн (75 %) відраховано до державного бюджету.

На ведення лісового і мисливського господарства, охорону і захист лісів спрямовано 4503,4 млн грн, з них 4437,2 млн грн або 98,5 % власних обігових коштів підприємств та 66,2 млн грн або 1,5 % – коштів державного бюджету. Однак, незважаючи на обмежене фінансування лісового господарства, а також складні соціально-економічні умови, економічна діяльність підприємств лісового господарства

України загалом впродовж досліджуваного періоду була успішною (табл. 3).

Згідно з положеннями діючого Лісового кодексу (*Forest code of Ukraine, 1994*), основними функціями лісів є екологічна та соціальна. Економічний складовий (тобто забезпечення деревиною лісової промисловості) не приділяється належної уваги.

Аналіз ведення лісового господарства за основними показниками показує, що з 2010 по 2015 рр. відбулося помітне їхнє зростання. Так, обсяги продукції, робіт та послуг лісового господарства зросли з 4097,7 млн. грн. у 2010 р. до 10778,2 млн грн. у 2015 році. Заготівля ліквідної деревини збільшилась на 19,3 %, склавши у 2010 р. 16145,6, а в 2015 р. – 19267,7 тис. м<sup>3</sup>.

Таблиця 3

**Обсяги продукції, робіт та послуг лісового господарства в Україні  
впродовж 2010-2015 рр.**

| Показники                                                                               | Роки     |          |           |           |           |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                                                         | 2010     | 2011     | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2015/2010 |
| Обсяги продукції (товарів та послуг) лісового господарства (у фактичних цінах), млн грн | 4097,70  | 5674,80  | 5911,60   | 6363,90   | 7739,90   | 10778,20  | 6680,50   |
| Площа рубок, га                                                                         | 4097,70  | 5674,80  | 417005,00 | 415420,00 | 382623,00 | 399296,00 | 395198,30 |
| Заготівля деревини, тис. м <sup>3</sup>                                                 | 18064,60 | 19746,20 | 19763,60  | 20340,60  | 20672,40  | 21924,20  | 3859,60   |
| Заготівля ліквідної деревини, тис. м <sup>3</sup>                                       | 16145,6  | 17510,3  | 17506,7   | 18021,9   | 18333,2   | 19267,7   | 3122,10   |
| в т.ч. від рубок головного користування                                                 | 7239     | 8011,7   | 7790,2    | 7839,9    | 8218,6    | 8391,8    | 1 152,80  |
| в т.ч. від рубок формування та оздоровлення лісів та інших заходів                      | 8906,6   | 9498,6   | 9716,5    | 10182     | 10114,6   | 10767,8   | 1 861,20  |
| Кількість лісових пожеж, од.                                                            | 3240,00  | 2526,00  | 2163,00   | 1113,00   | 2003,00   | 3813,00   | 573,00    |
| Площа лісових земель, пройдена пожежами, га                                             | 3668,00  | 1049,00  | 3 479,00  | 418,00    | 13778,00  | 14691,00  | 11023,00  |
| Згоріло та пошкоджено лісу на пні, м <sup>3</sup>                                       | 343840   | 11804    | 289291    | 2 496     | 144694    | 170686    | -173154   |
| Збитки, заподіяні лісовими пожежами, тис. грн                                           | 26728,40 | 3215,90  | 56062,70  | 1376,20   | 51701,80  | 20164,50  | -6563,90  |
| Площа відтворення лісів, тис. га                                                        | 70,10    | 72,40    | 70,10     | 67,70     | 58,00     | 60,40     | -9,70     |

*Джерело: за даними Державної служби статистики України*

За зменшення загальної площі рубок лісу на 2,9 тис. га у 2015 р. порівняно з 2010 р., спостережено збільшення площі рубок головного користування на 5,5 тис. га, що загалом є позитивним явищем.

Обсяг штучного відтворення лісів помітно зменшився (у 2015 р. порівняно з 2010 р. зменшився на 9,7 тис. га) як наслідок переходу підприємств на природне заліснення зрубів.

**Висновки.** Втрата лісогосподарськими підприємства фінансової стабільності виявляє не лише негативні фінансово-економічні наслідки, але й соціальні та екологічні, негативно відображаючись на цінності деревини, погіршенні її товарної і сортиментної структури. Тому реалізація комплексу заходів з упорядкування системи фінансування лісогосподарського виробництва сприятиме поступовому поліпшенню екологічної ситуації та стабільному забезпеченню вітчизняної промисловості деревиною.

Бюджетні видатки на лісову галузь є одним із важливих інструментів впливу на її розвиток, оскільки основними цілями ведення лісового господарства є відтворення лісів на не вкритих лісовою рослинністю землях, створення лісів на нелісових землях, догляд та насадженнями, охорона лісів від пожеж та лісопорушень, захист лісів від шкідників і хвороб, будівництво доріг лісогосподарського призначення, оплата праці, страхування, соціальна захищеність працівників. Перелічені напрямки діяльності фінансуються недостатньо, що значною мірою стримує розвиток та осучаснення лісового

господарства. Зокрема, відсутність фінансування наукових досліджень не дає змоги повною мірою зрозуміти поточний вплив змін клімату на стійкість лісів та їх продуктивність, своєчасно виявити майбутні негативні впливи та розробити відповідні коригуючі заходи.

Одним із способів регулювання раціонального природокористування є використання податків, які дають змогу вилучити частину ренти з метою її використання для фінансування потреб відтворення природних ресурсів та створення передумов для стимулювання ефективного та економного їх використання.

Існує податкове законодавство не дає змоги акумулювати частину податкових надходжень на спеціальних рахунках Держагентства, яке реалізує політику в галузі використання лісових ресурсів, що не дає можливості нагромаджувати інвестиційну базу відтворення природоохоронної інфраструктури та покращувати режим залучення ресурсів у відтворювальний процес. Вагомим стимулом до нарощення обсягів вторинної переробки й застосування технологій, які сприяють економії природної сировини, стало б суттєве збільшення нормативів плати за спеціальне використання природних ресурсів та розширення бази оподаткування.

Результатом державної стратегії розвитку лісової галузі має стати підвищення рівня життя та добробуту населення, як наслідок вдосконалення наповнення бюджету за рахунок податкових надходжень. Необхідним елементом в удосконаленні вищезазначеного процесу є дослідження впливу

фіскального механізму на розвиток лісового господарства.

### Бібліографічні посилання

- Antonenko, I. Ya. (2001). *Ecological-economic assessment of the effectiveness of use and protection of forest resources* (Doctoral dissertation, Council for the Study of Productive Forces of Ukraine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine). Retrieved from [https://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r\\_81/cgiirbis\\_64.exe](https://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe). (in Ukrainian).
- Bakaleiko, I. V., & Volynchuk, Yu. V. (2014). Organization of financial flows in the system of forest enterprises. *Economic sciences. Series: Economics and Management*, 11, 6-19 (in Ukrainian).
- Bobko, A. M. (2014). Protection of land and land use in the field of forestry. *Viche*. 19. Retrieved from <http://www.viche.info/journal/4386> (in Ukrainian).
- Conception of transition of Ukraine to steady development (1992). [www.mns.gov.ua/laws/laws/nuclear/92.htm](http://www.mns.gov.ua/laws/laws/nuclear/92.htm) Retrieved from <http://www.mns.gov.ua/laws/laws/nuclear/92.htm> (in Ukrainian).
- Dubas, R. H. (2011). An estimation of efficiency of recreation of forest resources is basis of ecologically balanced forest use. *The Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Economics*, 4 (58), 214-217. (in Ukrainian).
- Forest code of Ukraine (1994). [zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3852-12](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3852-12). Retrieved from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3852-12> (in Ukrainian).
- Furdichko, O. I., Bobko, A. M. (2013). Land for forestry in ecological and economic terms in land management. *Balanced nature management*. 2-3, 5-13 (in Ukrainian).
- Ilnytska-Hykavchuk, H., & Rymar, M. (2006). Taxation in the system of financial provision of forestry development in the conditions of European integration. *Herald of the National University of Water Management and Nature Management*, 4, 408-413 (in Ukrainian).
- Khvesik, M. A., Shubaliy, O. M., & Vasilik N. M. (2011). *Integrated use of forest resource potential*. Kyiv: DKS (in Ukrainian).
- Savushchyk, M., Poliakova, L. & Popov, M. (2001). Forest renewal and afforestation in Ukraine. *Forest and hunting magazine*, 2, 8-9. (in Ukrainian).
- Shershun, M. Kh. (Eds.). (2012). Reformation of the forestry system in Ukraine is in the context of the European prospect of development. Kyiv: DIA (in Ukrainian).
- Shvydenko, A. I. (2004). *Forestry*. Chernivtsi: Ruta (in Ukrainian).
- Tunytzia, Iu. Iu. (2011). Natural economy and close to nature forestry: identity of concepts and opportunities for their mutual enrichment. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 14-20. (in Ukrainian).
- Turkevich, I. V. (1977). *Cadastral valuation of forests*. Moscow: Forest Industry (in Russian).

### Анализ финансирования расходов предприятий Гослесагентства из государственного бюджета Украины

А. И. Карпук<sup>1</sup>, И. М. Лицур<sup>2</sup>

Исследована сущность и особенности механизма фискального регулирования, обоснованны научно-теоретические основы его влияния на обеспечение сбалансированного развития лесного хозяйства в системе фискальной политики природопользования.

Установлено, что снижение финансовой стабильности лесохозяйственных предприятий негативно влияет не только на финансово-экономическую, но и социальную, экологическую ситуацию, продуктивность лесных экосистем, приводит к ухудшению сортиментной структуры древесины, потере ею конкурентоспособности на рынке. Основными причинами недостатка средств бюджетов различных уровней являются: низкое долевое участие собственных доходных средств, зависимость от государственного финансирования, отсутствие стимулов для дополнительного получения доходов и экономного расходования бюджетных средств. При эффективной организации внутриотраслевого взаимодействия возможно минимизировать бюджетную поддержку и успешно функционировать на основе самокупаемости, одновременно увеличив поступления в бюджеты всех уровней.

Раскрыто современное состояние фискального регулирования лесного хозяйства Украины и систематизированы показатели оценки влияния соответствующего механизма на лесохозяйственную деятельность. Усовершенствовано методический подход к оценке эффективности функционирования механизма фискального регулирования в обеспечении сбалансированного развития лесного хозяйства с применением комплекса инструментов, а именно: уровня отдачи собранных налогов, фискальной достаточности, налогоотдачи и интенсивности процессов лесовосстановления. Определены основные причины нехватки средств бюджетов различных уровней: низкое долевое участие собственных доходных средств, зависимость от государственного финансирования, отсутствие стимулов для дополнительного получения доходов и экономного расходования бюджетных средств. Проведено сравнение до-

<sup>1</sup> Карпук Анатолий Иванович – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор экономических наук, директор обособленного подразделения Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Боярская ЛОС», ул. Лесоопытная 12, г. Боярка, 08150, Украина. Тел.: 045-983-54-61. E-mail: vp\_nau\_blds@ukr.net.

<sup>2</sup> Лицур Игорь Николаевич – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник Государственного учреждения «Институт экономики природопользования и устойчивого развития НАН Украины», бульвар Тараса Шевченко 60, г. Киев, 01032, Украина. Тел.: 044-486-40-25, + 38-096-438-34-75. E-mail: ilytsur@ukr.net

ходов и расходов Государственного лесного агентства Украины на реализацию соответствующих мероприятий и обеспечения экологического равновесия в пределах установленного использования лесных ресурсов и выявлены существенные недостатки в части финансирования отрасли.

Обоснована зависимость наполнения бюджета и дальнейшего процесса перераспределения доходов между бюджетами разных уровней, и, как следствие, сбалансированного развития лесного хозяйства, от объема налоговых поступлений и эффективности применения инструментов фискального регулирования. Для улучшения реализации лесной политики доказана необходимость улучшения наполнения бюджетов всех уровней, предусматривающих применение таких инструментов, которые являются наиболее действенными и не требуют дополнительных расходов из бюджета, с одной стороны, не снижая показателей деятельности лесохозяйственных предприятий – с другой.

Предложены концептуальные основы функционирования механизма фискального регулирования с учетом мирового опыта.

**Ключевые слова:** фискальное регулирование; лесохозяйствования; лесные ресурсы; налоговая нагрузка.

## Analysis of financing costs of the enterprises of State Forest Resource Agency from the state budget of Ukraine

A. Karpuk<sup>1</sup>, I. Litsur<sup>2</sup>

The essence and peculiarities of the fiscal regulation mechanism are studied. The scientific and theoretical bases of its influence on ensuring a balanced

development of forestry in the system of fiscal policy of nature resource management are justified.

The state of fiscal regulation in the sphere under investigation has been analyzed. It is found that a decrease in the financial stability of forestry enterprises negatively affects not only the financial and economic situation, but also the social and environmental situation and productivity of forest ecosystems, leads to a deterioration of the timber assortment structure, and loss of its competitiveness on the market. The main reasons for the shortage of budget funds at various levels are: a low share of own revenues, dependence on public funding, lack of incentives for additional income generation and cost-effective spending of budget funds. With effective organization of intra-industry interaction, it is possible to minimize budget support and function on the basis of self-sufficiency and increasing revenues to budgets of all levels.

The present state of fiscal regulation of forestry in Ukraine is disclosed and the indicators of the impact of the relevant mechanism on forest management are systematized. The methodical approach to the assessment of the effectiveness of the functioning of the mechanism of fiscal regulation in ensuring a balanced development of forestry with the use of a set of tools has been improved, namely: the level of return of collected taxes, fiscal sufficiency, tax return and intensity of reforestation processes. The revenues and expenditures of the State Forest Agency of Ukraine for the implementation of relevant measures and ensuring ecological balance within the established use of forest resources compared and significant shortcomings in the financing of the sector revealed.

It is justified, the dependence of the filling of budgets, and the further process of income redistribution between budgets of different levels and, as a result, balanced development of forestry, on the volume of tax revenues and the effectiveness of the use of fiscal regulation instruments. It has been proved that to improve the forest policy implementation, it is necessary, first of all, to ensure the improvement of the filling of budgets at all levels, including the use of such tools that are most effective and do not require additional expenditures from the budget, on the one hand, and do not reduce the performance of forestry enterprises on the other.

Conceptual bases of the mechanism of fiscal regulation functioning taking into account world experience are proposed.

**Key words:** fiscal regulation; forestry; forest resources; tax burden.

<sup>1</sup> *Anatoly Karpuk* – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Economics, Director Boyarska LOS National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Forest Experimental st., 12, Boyarka, 08150, Ukraine. Phone: 045-983-54-61. E-mail: vp\_nau\_blds@ukr.net.

<sup>2</sup> *Igor Litsur* – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Economics, Leading Researcher State Institution “Institute for Environmental Economics and Sustainable Development of the National Academy of Sciences of Ukraine”, Taras Shevchenko boulevard 60, Kyiv, 01032, Ukraine. Tel.: 044-486-40-25, + 38-096-438-34-75. E-mail: ilytsur@ukr.net

## 7. РЕСУРСООЩАДНІ ТА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411815>  
Article received 2018.03.08  
Article accepted 2018.05.31

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Pavlo Bekhta  
[bekhta@ukr.net](mailto:bekhta@ukr.net)

Generala Chuprynky st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 674-419.32

### Термопластичні полімери у виробництві фанерної продукції: переваги, можливості та перспективи застосування

П. А. Бехта<sup>1</sup>, І. І. Кусняк<sup>2</sup>

Одними з основних клеїв, які застосовують для виробництва фанерної продукції, є карбамідо- та феноло-формальдегідні клеї. Однак, маючи багато позитивних характеристик, такі клеї є токсичними. Низкою попередніх досліджень доведено, що виділення формальдегіду може призвести до пошкодження органів дихання, очей та нервової системи і навіть до раку та лейкемії. Всесвітня організація охорони здоров'я також недавно дійшла висновку, що формальдегід є канцерогеном для людини. Тому зменшення токсичності деревинних матеріалів має величезне значення для довкілля, а особливо – для здоров'я людини. Впродовж останніх років стали жорсткішими вимоги до виробів, з якими контактує людина, а також до тих матеріалів, які використовують для їх виготовлення. У цій оглядовій статті проаналізовано переваги, можливості та перспективи використання термопластичних полімерів для виготовлення фанерної продукції. Однією з основних переваг таких полімерів є їх не токсичність.

Розглянуто поверхнєве оброблення фанери полімерними плівками на основі поліетилену та поліпропілену. Крім того, з'ясовано вплив прискорення старіння поверхні фанери, опорядженої поліетиленовими та поліпропіленовими плівками, на її властивості. Для поліетилену та поліпропілену властива низька адгезія до деревини. Проаналізовано можливості підвищення адгезії між термопластичними полімерами та шпоном/фанерою шляхом хімічного і термічного модифікування як полімерів, так і шпону.

Окремо розглянуто можливість використання відходів термопластичних полімерів у виробництві фанери, переробка яких зменшить витрати первинного полімеру, що вирішить проблему захисту довкілля. Загалом невисока вартість та сприятливі екологічні показники сукупно відкривають широкі можливості використання термопластичних полімерів у виробництві фанери.

**Ключові слова:** фанера; формальдегід; токсичність; природні полімери; синтетичні клеї; термореактивні полімери; термопластичні плівки; модифікувальні речовини; термічне модифікування; хімічне модифікування; відходи термопластичних полімерів.

<sup>1</sup> Бехта Павло Антонович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-238-44-99. Факс: +38-032-237-89-05. E-mail: [bekhta@ukr.net](mailto:bekhta@ukr.net)

<sup>2</sup> Кусняк Ірина Іванівна – асистент кафедри технологій деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-238-44-99. E-mail: [iryna.rondyak@gmail.com](mailto:iryna.rondyak@gmail.com)

**Вступ.** З огляду на світовий ринок економіки, виробництво фанери є одним із найбільш перспективних (FAOSTAT, 2015). Фанера застосовується практично у всіх галузях промисловості – в машино-, вагоно-, судно- та автомобілебудуванні, в будівництві, у меблевому виробництві, для виготовлення музичних інструментів, іграшок, для декоративного оздоблення та в інших областях.

Національна економіка розвивається і, відповідно, споживання фанери в промисловості зростає. На сьогоднішній день в Україні велику увагу приділяють охороні навколишнього середовища, тому із збільшенням попиту на фанерну продукцію, зростають вимоги до її екологічних показників. Головною причиною токсичності деревинно-композиційного матеріалу є його виготовлення на основі термореактивних клеїв, які виділяють вільний формальдегід, що має негативний вплив на організм людини, зокрема, зумовлює алергічні реакції та захворювання і виявляє загально-токсичну дію.

Тому низка дослідників відзначають доцільність застосування в технології склеювання шпону термoplastичних полімерів (Hu et al., 2005, Matsi et al., 2010, Piirlaid et al., 2010, Beaud et al., 2006, Hagdan et al., 2015, Haghdan & Smith, 2015, Lustosa et al., 2015, Fang et al., 2013, Fang et al., 2012, Han & Lee, 1997, Chang et al., 2017, Liiri, 2013, Zike & Kalnins, 2011, Song et al., 2016, 2017, Sorensen & Ky, 1933).

Поряд з цим, результати інших досліджень підтверджують доцільність використання відходів термoplastичних полімерів у виробництві фанери, переробка яких зменшить витрати первинного полімеру та вирішить проблему захисту навколишнього середовища (Borysiuk et al., 2010, Climenhage, 2003, Haghdan & Smith, 2015, Yorur, 2016, Kajaks et al., 2012, 2014, Smith et al., 2002, Cui et al., 2010). Адже в Україні переробляють лише 10% відходів полімерних матеріалів, а решта нагромаджується на полігонах та місцевих сміттєзвалищах. Період розкладання, наприклад, поліетиленових пакетів складає від 500 до 1000 років. Під час спалювання полімерних матеріалів забруднюється навколишнє середовище отруйними речовинами, шкідливими для здоров'я людини.

*Метою дослідження є з'ясування можливості використання термoplastичних полімерів у виробництві фанери.*

**Термореактивні полімери: переваги та недоліки.** Клеї відіграють головну роль у виробництві деревинних композиційних матеріалів (стружкових плит, волокнистих плит, волокнистих плит середньої щільності, плит OSB, фанери тощо) (American wood council, 2017, Caulfield et al., 2010, Vick, 1999, El-Bashir, 2013, Gardner & Han, 2010, Grubbström et al., 2009, Grubbström & Oksman, 2009a, 2009b, Wang, 2007). Якість склеювання, а, отже, властивості деревинних композитів визначаються в основному типом і якістю клеїв. Тому розвиток деревинних композитів завжди пов'язаний з еволюцією клеїв і смол (Dunky, 2003). Світове виробництво і споживання деревинних композитів наведено в табл. 1. Так, за

даними ФАО (FAOSTAT, 2015), обсяги виробництва і споживання деревинних композитів є практично однаковими. Із зростанням кількості населення на планеті обсяги виробництва і споживання композитів й надалі зростатимуть. Отже, попит на клеї для деревини також зростатиме. У 2015 р. світовий ринок клеїв для деревини оцінювався в 1,96 млн тонн.

Таблиця 1

**Світове виробництво та споживання  
деревинних композиційних матеріалів  
(FAOSTAT, 2015)**

| Тип матеріалу                    | Виробництво<br>(м³) | Споживання<br>(м³) |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|
| Стружкові плити                  | 110,937,000         | 110,355,000        |
| Плити MDF                        | 95,922,000          | 94,474,000         |
| Фанера                           | 156,851,000         | 153,310,000        |
| Деревинно-композиційні матеріали | 399,368,000         | 393,196,000        |

У виробництві деревинних композиційних матеріалів сьогодні використовують велику різноманітність клеїв. Конденсаційні смоли на основі формальдегіду (феноло-формальдегідні (PF), карбамідо-формальдегідні (UF), меламіно-формальдегідні (MF) і меламіно-карбамідо-формальдегідні (MUF)) складають собою найбільший об'єм у загальній частці клеїв для деревини. Вони готуються шляхом реакції формальдегіду з різними хімічними речовинами – карбамідом, меламіном, фенолом, резорцином або їх комбінаціями. Під час доставляння ці клейові смоли в основному рідкі і складаються з лінійних або розгалужених олігомерів і полімерів у водному розчині або дисперсії. Під час затвердіння та гелеутворення вони перетворюються на тривимірні зшиті і, отже, нерозчинні та неруйнівні системи. Промисловий успіх цих смол пов'язаний з їх високою реактивністю, відмінною адгезією до деревини, простотою у використанні для широкого спектру умов затвердіння, низькою температурою затвердіння, коротким часом склеювання, розчинністю у воді та низькою ціною. Однак їх головним недоліком є викиди формальдегіду. Доведено, що виділення формальдегіду може привести до пошкодження органів дихання, очей та нервової системи і навіть призвести до виникнення раку та лейкемії. Всесвітня організація охорони здоров'я (World Health Organization, 2004) також недавно дійшла висновку, що формальдегід є канцерогеном для людини.

Зменшення токсичності клеїв можливе на основі глибокого теоретичного вивчення чинників їхнього виникнення та пошуку речовин, які були б здатні зв'язати шкідливий для здоров'я формальдегід. Зв'язування його певними добавками, стабілізація процесу поліконденсації термореактивних смол призведе до підвищення економічних затрат. Тому, із збільшенням попиту на деревинно-композиційні матеріали, зокрема, фанери, спостерігається підвищена зацікавленість в їх екологічних та економіч-

них показниках. Відповідно виникає потреба у пошуку нових клейових матеріалів.

**Клеї без вмісту формальдегіду.** Впродовж останніх років були запропоновані клеї для склеювання деревини, які не містять формальдегіду (Huang & Li, 2008, Kishi et al., 2006, Mittal & Sharma, 1992, Sowunmi et al., 1996, Tohmura et al., 2005, Umemura et al., 1999, Hu et al., 2005, Liu & Li, 2007). Для одержання клеїв без формальдегіду використовують промислові ізоціанатні смоли (Tohmura et al., 2005, Umemura et al., 1999), епоксидні смоли (Kishi et al., 2006) та інші, а також деякі натуральні продукти, такі як танін (Sowunmi et al., 1996), лігнін (Mittal & Sharma, 1992) та соєвий білок (Liu & Li, 2007). Здійснюється низка досліджень у напрямку пошуку нових і нетоксичних смол, які не містять формальдегіду і можуть застосовуватися в процесі виробництва фанери без зниження її міцності.

Так, запропоновано клей, що не містить формальдегіду, приготовлений за допомогою штучної сополімеризації (Tang et al., 2011). Основними інгредієнтами цього клею є малеїновий ангідрид (МАН) та поліетилен високої щільності (ПЕНТ), де МАН прищеплений на ПЕНТ (PE-cg-МАН). Оскільки на поверхні деревини є велика кількість полярних гідроксильних груп з целюлози, клей PE-cg-МАН, синтезований ISCGC (замість хлорованої привитої сополімеризації), має кращу спорідненість до деревини, ніж ПЕНТ, через його підвищену молекулярну полярність групами *Cl*. У процесі ISCGC, до ПЕНТ був прищеплений МАН і хлорований одночасно. Хлор спочатку розбив хімічний зв'язок і утворив радикали хлору за відносно високої температури процесу. На другому етапі радикали хлору реагували з ПЕНТ, щоб утворити макрорадикал поліетилену (ПЕ), який би ініціював реакцію прищеплення МАН на ПЕНТ. Хімічний склад продукту відрізняється від того, що використовується іншим методом прищеплення. Одержаний продукт взаємодіє з гідроксильними групами на поверхні деревини, утворюючи складні ефіри під час гарячого пресування.

Однією з можливостей зменшення токсичності клеїв є часткова заміна токсичних продуктів, що містять формальдегід, природними, екологічно чистими речовинами, такими як дубильні речовини, лігнін, крохмаль і т. д. (Mittal & Sharma, 1992). Однак, повна відсутність токсичності клеїв можлива лише за наявності термопластичних полімерів – поліолефінів або біологічно розкладених синтетичних та природних полімерів – полівінілового спирту, крохмалю, полімлової кислоти, соєвих продуктів, бензилової лігноцелюлози тощо (Liu & Li, 2007, Matuana et al., 1998).

**Опорядження термопластичними полімерами.** Вперше термопластичні полімери почали пропонувати не для склеювання, а для опорядження фанери гарячим розплавом поліолефінів (поліетилену та поліпропілену) методом екструзії (Jarvela P. et al., 1996, Jarvela et al., 1999, Kuusipalo, 2001, Tervala & Jarvela, 1999). Термопластичний розплав наносили

на поверхню деревини якомога швидше, щоб максимізувати проникнення термопластів у пори деревини. Тиск зберігається настільки низьким, наскільки це можливо під час покриття, щоб збільшити проникнення в'язкого полімерного розплаву в структуру деревини. З іншого боку, покриття зберігається в тому ж об'ємі без зовнішнього тиску, щоб запобігти появі пор (випаровування вологи з фанери) між поверхнею фанери та покриттям. Екструзійний метод покриття (Jarvela et al., 1999) запобігає утворенню отворів на поверхні шляхом проникнення повітря і вода випаровується з пор деревини через покриття.

У процесі нанесення покриття температура високого розплаву знижує в'язкість і тим самим покращує проникнення. Взаємодія між полярною фанерою та неполярними полімерами була досягнута методом модифікування малеїновим поліпропіленовим воском (Erolene E-430). Цей метод пресування недоцільний для термопластичних полімерів з температурою плавлення 315 °C (Patent № 5,415,943, United States, 1995), оскільки присутня в середині пакета шпону волога за час випаровування утворює здуття поверхні фанери та відбувається деструкція деревини (Melnik et al., 1986, Sirotenko et al., 1995), що негативно впливає на фізико-механічні показники фанери.

Borysiuk & Omen (2006) з'ясовували вплив прискореного старіння поверхні фанери (виготовленої з букового лушеного шпону), опорядженої поліетиленовими та поліпропіленовими плівками, на властивості покриття, адгезію покриття, водопоглинання та набрякання опорядженої фанери. Встановлено, що поліетиленове та поліпропіленове покриття фанери є достатньо стійким до підвищеної вологи. Найкращі результати з поглинання та набрякання фанери були одержані після опорядження її поліетиленом. Результати досліджень показали, що прискорене старіння поверхні фанери візуально не погіршує якість покриття.

Порівнювали механічні властивості фанери (IsoPLYform, 2017), верхні шари якої оброблені поліпропіленовими та фенольними плівками. Фанера, опоряджена поліпропіленовими плівками, є добрим замінником фанери на основі фенольних плівок. Використання поліпропіленових плівок має низку переваг: забезпечує довготривале слугування продукції, захищає фанеру від абсорбції та зменшує пошкодження матеріалу. Одержані результати досліджень показали, що після вимочування зразків фанери у холодній воді більше 24 год, міцність фанери, опорядженої поліпропіленовими плівками, не зменшується, а залишається сталою на відміну від фанери на основі фенольних плівок.

**Термопластичні полімери в технології склеювання.** Запропоновано можливість склеювання листів шпону з пінополістиролом (Hu et al., 2005), фурановою смолою (Matsi et al., 2010, Piirlaid et al., 2010), поліуретановими клеями (Beaud et al., 2006) та поліефірними смолами (Hagdan et al., 2015, Haghdan & Smith, 2015). Одним із напрямків покращення якості фанери (Lustosa et al., 2015, Fang et al.,

2013, Fang et al., 2012, Han & Lee, 1997, Chang et al., 2017, Liiri, 2013, Zike & Kalnins, 2011, Song et al., 2016, 2017, Sorensen & Ky, 1933) є використання як клею термопластичних полімерів (поліетилену високої щільності, поліетилену низької щільності, поліпропілену, полістиролу) у вигляді плівки. Плівка усуває багато ускладнень у процесі виготовлення фанери, адже її простіше наносити, ніж рідкий клей. Усі складні та неприємні операції зі змішування та нанесення рідкого клею стають непотрібними у фанерному виробництві. Клейові плівки є простими, чистими та швидкими під час застосування, а також усувають багато недоліків, які є непривабливими сьогодні у рідких термореактивних клеях.

У роботі (Song et al., 2016) представлено узагальнення з розроблення та оцінювання композитів на основі евкаліптового шпону та ПЕ плівки високої щільності (ПЕНТ). Мікроскопічні зображення показали, що міжфазна взаємодія була сформована механічним блокуванням. Оптимальні значення водостійкості клейового з'єднання досягли стандарту для вологостійких плівок, що вказує на те, що запропоновані композити можуть бути використані для вологостійких і безформальдегідних будівельних матеріалів і меблевих виробів.

Термопластичні плівки можна використовувати як клей у виробництві фанери, оскільки міцність з'єднання відповідає вимогам стандарту GB/T 9846.3 2004. Механізм з'єднання досліджували за допомогою оптичної мікроскопії та сканувальної електронної мікроскопії (Fang et al., 2012, Han & Lee, 1997, Chang et al., 2017, Smith et al., 2002, Umemura et al., 1999) і системи оцінки автоматизованих зв'язків (ABES) (Piirlaid et al., 2010, Segerholm et al., 2010).

Електронна мікроскопія (Goto et al., 1982) не вказує на наявність хімічних зв'язків між плівкою та деревинною речовиною, оскільки елементи деревини можна легко відокремити від лінії клею після короточасного занурення у гарячу воду. Таким чином, міцність клейового з'єднання, отримана під час механічного випробування, свідчить про механізм закріплення полімеру, який проникає в різні елементи деревини та просвіти в шпоні. ABES – це компактна система, яка дає змогу точно контролювати параметри пресування і одночасно оцінювати міцність зсуву отриманих зв'язків (Piirlaid et al., 2010). ABES використовують в основному в дослідженнях, що характеризують процес затвердіння клею. Результати показують, що попередня гідротермічна обробка, температура сушіння та вологість шпону впливають на міцність зв'язків між шпоною та клеєм.

Крім того, багато уваги приділено вивченню фізико-механічних властивостей фанери, включаючи набрякання за товщиною, водопоглинання, межу міцності на зріз, межу міцності на згин та модуль пружності за оптимальних умов склеювання. Термопластичний полімер здатен проникати в різні типи клітин та судин шпону, сприяючи механічному блокуванню шляхом утворення ґратки в клейових

лініях по всій діагоналі. Важливим є те, що вміст води (8-25%) у шпоні не має значного впливу на процес склеювання (Lustosa et al., 2015, Goto et al., 1982, Kajaks et al., 2012). Шпон не потрібно висушувати до низької вологості, оскільки завдяки своїй формі та анатомічній будові, вологу, що виходить із шпону можна видалити через судини та волокна, розташовані поздовжньо. Оскільки термопластичний матеріал не блокує структуру деревини, пара може легко вийти. Відповідно, не було виявлено здуття фанери та відшарування шпону. Полімер заповнював порожнини на поверхні шпону.

Технологічні та екологічні показники підтверджують придатність використання для внутрішнього застосування, особливо за високої вологості, термопластичної фанери (Lustosa et al., 2015, Fang et al., 2012, 2013, Song et al., 2016, 2017) замість традиційної на основі карбамідо- та фенолоформальдегідних смол. У табл. 2 наведено фізико-механічні властивості фанери на основі термопластичних полімерів та порівняння межі міцності на зріз згідно з вимогами стандарту EN 314-2: 1993.

**Модифікування поверхні шпону.** Досягнути ефективної деревинно-термопластичної адгезії достатньо важко. Оскільки деревинний компонент (шпон) є гідрофільним, а термопластичний полімер – гідрофобним, то пропонується застосувати модифікування шпону для покращення міжфазного з'єднання двох різних фаз.

Розуміння механізму зчеплення між термопластичним полімером і шпоном є необхідним для прогнозування та покращення міцності. На основі більшості теорій про адгезію, сильне міжфазне зчеплення не може існувати без ефективного змочування поверхні шпону. Загальна умова, яка повинна бути виконана для змочування є такою, щоб поверхневий натяг розплаву полімеру був меншим, ніж шпону. Оптимальні умови для змочування настають тоді, коли полярність двох фаз є однаковою.

Найбільшого застосування отримало хімічне модифікування (застосування сумібілізаторів) – малеїновим ангідридом (Goto et al., 1982, Segerholm et al., 2010, Song et al., 2017), полімер модифікований малеїновим ангідридом та хлорований одночасно (Tang et al., 2011), вінілтриметоксисилоном (силан A-171) (Fang et al., 2014), фталевим ангідридом, малеїновим ангідридом, у-амінопропілтриоксисилоном, дихлордиетилсиланом (Matuana et al., 1998), а також термічне модифікування деревини (за температури 200 °C впродовж 5, 30, 60 хв) (Follrich et al., 2006).

Адсорбція декількох прегідролізованих алкоксисиланів (Fang et al., 2014) на поверхні шпону та наявність ковалентного з'єднання між шпоном і силановим агентом підтверджуються за допомогою інфрачервоної спектроскопії (FTIR), х-променевої фотоелектронної спектроскопії (XPS) та кута змочування. Поверхнева обробка силаном призводить до підвищення міцності зсуву та водостійкості.

Після модифікування поверхонь шпону, кут змочування збільшився, а поверхневий натяг – змен-

шився (Fang et al., 2014, Hagdan et al., 2015). Було встановлено, що модифікувальні сполуки з вмістом атомів азоту змінюють електронно-донорний/акцепторний характеристики деревини і можуть бути відповідальними за підвищення адгезії. Інші спо-

соби обробки дихлордиетилсиланом, фталевим ангідридом і малеїновим поліпропіленом (Matuana et al., 1998) виявилися неефективними, надаючи аналогічні показники міцності зв'язків порівняно з необробленим шпоном.

Таблиця 2

**Фізико-механічні властивості фанери на основі термопластичних полімерів**

| Показник                         | Вид полімера      |                   |                   |                   |                 |                  |                  | Вимоги згідно EN 314-2: 1993 <sup>8</sup> |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------------------|
|                                  | ПЕНТ <sup>1</sup> | ПЕНТ <sup>2</sup> | ПЕНТ <sup>3</sup> | ПЕНТ <sup>4</sup> | ПП <sup>5</sup> | КФС <sup>6</sup> | ФФС <sup>7</sup> |                                           |
| Водопоглинання за 24 год, %      | 43,82             | 81,7              | 60,0              | 98,0              | —               | —                | —                | —                                         |
| Набрякання за товщиною 24 год, % | 5,51              | 7,65              | 8,0               | —                 | 8,2             | —                | 8,7              | —                                         |
| Межа міцності на зріз, МПа       | 2,32              | 1,46              | 1,15              | 1,3               | 1,41            | 1,35             | 1,52             | > 1,0                                     |
| Межа міцності при згині, МПа     | 91,0              | 82,78             | 62,0              | 86,94             | 106,0           | 75,71            | 126,0            | —                                         |
| Модуль пружності, МПа            | 10,83             | 7,480             | 6,42              | 8,33              | 13,7            | 7,52             | 14,9             | —                                         |

*Примітка.* 1. ПЕНТ – поліетилен високої щільності, (Lustosa et al., 2015); 2. ПЕНТ – поліетилен високої щільності, (Fang et al., 2013); 3. ПЕНТ – поліетилен високої щільності, (Fang et al., 2012); 4. ПЕНТ – поліетилен високої щільності, (Song et al., 2016); 5. ПП – поліпропілен, (Song et al., 2017); 6. КФС – карбамідо-формальдегідна смола, (Fang et al., 2013); 7. ФФС – феноло-формальдегідна смола, (Song et al., 2017); 8. EN 314-2: 1993 – європейський стандарт з міцності клеєвого з'єднання у виробництві фанери.

Термічне модифікування деревини за температури 200°C значно зменшує гідрофільність її поверхні (Follrich et al., 2006). Внаслідок цього початкова сила розриву та енергія зламу деревинно-термопластичних клейових з'єднань, виміряні на зразках склеєних з подвійних брусків (DCB), суттєво зросли за збільшення часу обробки. Цей результат є важливим для склеювання деревини термопластами, оскільки він вказує на альтернативний спосіб збільшення адгезії між деревиною та гідрофобними термопластами без додавання сумібілізаторів у композиціях із деревини (табл. 3).

Таблиця 3

**Межа міцності на зріз фанери склеєної з модифікованого шпону та термопластичних полімерів**

| Вид полімера та модифікувальної речовини                                        | Межа міцності на зріз, МПа |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ПЕНТ <sup>1</sup> , модифікований вінілтриметоксисиланом (силан А-171)          | 1,18                       |
| ПЕВТ <sup>2</sup> , термічне модифікування                                      | 3,8                        |
| ПП <sup>3</sup> , модифікований малеїном ангідридом                             | 1,0                        |
| ПВХ <sup>4</sup> , модифікований:                                               |                            |
| у-амінопропілтриоксисиланом А-1100                                              | 3,9                        |
| дихлордиетилсиланом                                                             | 2,1                        |
| фталевим ангідридом                                                             | 2,3                        |
| малеїновим поліпропіленом                                                       | 2,0                        |
| ПП <sup>5</sup> , модифікований:                                                |                            |
| малеїновим ангідридом                                                           | 1,8                        |
| у-амінопропілтриоксисиланом                                                     | 1,7                        |
| ПЕНТ <sup>6</sup> , модифікований малеїновим ангідридом та хлорований одночасно | 1,17                       |

*Примітка.* 1. ПЕНТ<sup>1</sup> – поліетилен високої щільності (Fang et al., 2014); 2. ПЕВТ<sup>2</sup> – поліетилен низької щільності

(Follrich et al., 2006); 3. ПП<sup>3</sup> – поліпропілен (Goto et al., 1982); 4. ПВХ<sup>4</sup> – полівінілхлорид (Matuana et al., 1998); 5. ПП<sup>5</sup> – поліпропілен (Song et al., 2017); 6. ПЕНТ<sup>6</sup> – поліетилен високої щільності (Tang et al., 2011).

**Використання відходів термопластичних полімерів.** Зростання населення у світі сприяє збільшенню використання пластмас, і тому кількість пластичних відходів значно зростає. У розвинених країнах вміст пластмаси в побутовому смітнику може досягати 18-20 кг на одну людину на рік. Переробка цих полімерів зменшить витрати первинного полімеру, допомагаючи вирішити проблеми захисту навколишнього середовища. Крім того, оскільки поліолефінові плівки можуть бути виготовлені з переробленої пластмаси, то нові деревинні композити сприяють також зменшенню обсягів пластичних відходів, що приносить величезні економічні, соціальні та екологічні переваги.

У цілому, багато робіт присвячено використанню відходів термопластичних полімерів у виробництві деревинних композитів (Borysiuk et al., 2010, Climenhage, 2003, Haghdan & Smith, 2015, Yorur, 2016, Kajaks et al., 2012, 2014, Smith et al., 2002, Cui et al., 2010). Різні перероблені термопластичні полімери, виготовлені з відходів тетра-пакування, відходів побутової плівки, переробленого поліпропілену та переробленого поліаміду-6 (Kajaks et al., 2014), використовували як гарячі розплави для склеювання шпону.

На цей час вивчаються можливості використання різноманітних термопластичних текстильних відходів гарячого розплаву для шпону з метою виготовлення плівок та порівняння їх з використовуваними термореактивними і термопластичними клейовими смолами (Kajaks et al., 2012, 2014). Для склеювання деревинного шпону використовують відходи з термопластичного текстильного волокна (поліуретан, поліамід-6, нитки з поліпропілену

та скла), вторинного поліетилену, поліпропілену і полістиролу та пластикові пакети з поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду (Cui et al., 2010, Borysiuk et al., 2010).

Використання високоміцних поліетиленових, поліуретанових та поліамідних відходів гарячого розплаву (Kajaks et al., 2012) для склеювання деревинного шпону забезпечує високу міцність на зріз (5,6-10 МПа), що значно перевищує міцність на зріз промислової фанери (2,5-3,7 МПа), склеєної фенолоформальдегідними смолами. Крім того, встановлена задовільна водостійкість всіх зразків, склеєних досліджуваними гарячими розплавами, а, отже, існує можливість їх використання у зовнішніх умовах.

У табл. 4 наведено показники межі міцності на зріз фанери, склеєної з відходів термопластичних полімерів. Дослідження можливості використання термопластичних відходів у виробництві фанери показали, що гарячі розплави термопластичних полімерних матеріалів на основі первинних і перероблених відходів можуть успішно використовуватися для склеювання деревинного шпону з високими експлуатаційними властивостями. Їх використання дасть змогу усунути у клеях токсичність та значно покращити охорону навколишнього середовища.

Таблиця 4

**Межа міцності на зріз фанери склеєної з відходів термопластичних полімерів**

| Відходи термопластичних полімерів                   | Межа міцності на зріз, МПа |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|
| Відходи ПС <sup>1</sup> для фанери породи:          |                            |
| береза                                              | 3,5                        |
| сосна                                               | 2,8                        |
| Відходи <sup>2</sup> :                              |                            |
| поліетилену високої щільності                       | 2,42                       |
| поліпропілену                                       | 3,84                       |
| Відходи <sup>3</sup> :                              |                            |
| поліетилену високої щільності                       | 2,34                       |
| поліпропілену                                       | 4,42                       |
| поліуретану                                         | 2,18                       |
| Відходи з суміші ПЕНТ, ПП, ПВХ та ПС <sup>4</sup> : | 1,1                        |

Примітка. 1 – відходи полістиролу (Borysiuk et al., 2010); 2 – відходи поліетилену та поліпропілену (Kajaks et al., 2014); 3 – відходи поліетилену, поліпропілену та поліуретану (Kajaks et al., 2012); 4 – відходи поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду та полістиролу (Cui et al., 2010).

**Висновки.** У світі зростає тенденція до збільшення обсягів виготовлення та споживання деревинних композиційних матеріалів, зокрема й фанери. Одним із основних компонентів фанери, який визначає її властивості, ціну, сферу використання, є застосовуваний клей. В основному для виготовлення фанерної продукції використовують термореактивні клеї, які попри свої позитивні технологічні та

експлуатаційні характеристики є токсичними. Поряд з цим, існують реальні шляхи зменшення токсичності клеїв і фанерної продукції шляхом заміни існуючих токсичних термореактивних клеїв нетоксичними термопластичними полімерами. Крім того, перспективними є клеї без вмісту формальдегіду, опорядження фанери термопластичними полімерами, модифікування поверхні шпону для покращення адгезії з термопластичними полімерами. Існує висока доцільність використання відходів термопластичних полімерів у виробництві фанери, переробка яких дає змогу зменшити витрати первинного полімеру. Технологічні та екологічні показники термопластичної фанери підтверджують придатність її використання замість традиційної на основі карбамідо- та фенолоформальдегідних клеїв.

Загалом, невисока вартість та екологічні показники сукупно відкривають широкі можливості використання термопластичних полімерів у виробництві фанерної продукції.

### Бібліографічні посилання

- Adhesives awareness guide (2017). American wood council. Retrieved from <http://www.woodaware.info>.
- Beaud, F., Niemz, P., & Pizzi, A. (2006). Structure-property relationships in one-component polyurethane adhesives for wood: Sensitivity to low moisture content. *Journal of Applied Polymer Science*, 101, 4181-4192. <https://doi.org/10.1002/app.24334>.
- Borysiuk, P., & Omen, J. (2006). The influence of accelerated ageing on properties of coatings from thermoplastics created on the surface of plywood. *Annals of Warsaw Agricultural University, Forestry and Wood Technology*, 58, 91-94.
- Borysiuk, P., Mamiński, M.L., Parzuchowski, P., & Zado, A. (2010). Application of polystyrene as binder for veneers bonding – the effect of pressing parameters. *European Journal of Wood and Wood Products*, 68 (4), 487-489. (in English).
- Caulfield, D., Clemons, C., & Rowell, R.M. (2010). Wood thermoplastic composites. Chapter 6. *Sustainable development in the forest products industry : eds Roger M Rowell Fernando Caldeira Judith K. Rowell -Porto Edições Universidade Fernando Pessoa*, 141-161.
- Chang, L., Guo, W., & Tang, Q. (2017). Assessing the tensile shear strength and interfacial bonding mechanism of poplar plywood with high-density polyethylene films as adhesive. *BioResources*, 12 (1), 571-585. <https://doi.org/10.15376/biores.12.1.571-585>.
- Climenhage, D. (2003). *Recycled Plastic Lumber. A Strategic Assessment of its Production, use and Future Prospects*. Environment and Plastic Industry Council and Corporations Supporting Recycling. Canada.
- Cui, T., Song, K., & Zhang, S. (2010). Research on utilizing recycled plastic to make environment-friendly plywood. *Forestry Studies in China*, 2 (4), 218-222. <https://doi.org/10.1007/s11632-010-0401-y>.

- Dunky, M. (2003). Adhesives in the Wood Industry. In: Handbook of Adhesive Technology. 2<sup>nd</sup> edition, revised and expanded, edited by A. Pizzi & K. L. Mittal. Marcel Dekker, Inc. New York – Basel.
- El-Bashir, S. M. (2013). Thermal and mechanical properties of plywood sheets based on polystyrene/silica nanocomposites and palm tree fibers. *Polym. Bull.*, 70, 2035-2045. <https://doi.org/10.1007/s00289-013-0962-8>.
- EN 314-2: (1993). Plywood. Bonding quality. Part 2: Requirements, BSI, 12.
- Fang, L., Chang, L., Guo, W., Chen, Y., & Wang, Z. (2012). Manufacture of environmentally friendly plywood bonded with plastic film. *Forest Products Journal*, 63 (7/8), 283-288. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-12-00062>.
- Fang, L., Chang, L., Guo, W., Chen, Y., & Wang, Z. (2014). Influence of silane surface modification of veneer on interfacial adhesion of wood-plastic plywood. *Applied Surface Science*, 288, 682-689.
- Fang, L., Chang, L., Guo, W., Ren, Y., & Wang, Z. (2013). Preparation and characterization of wood-plastic plywood bonded with high density polyethylene film. *European Journal of Wood and Wood Products*, 71, 739-746. <https://doi.org/10.1007/s00107-013-0733-0>.
- FAO Statistics (2015). Yearbook of Forest Products. <http://www.fao.org/3/a-i7304m.pdf>.
- Follrich, J., Muller, U., & Gindl, W. (2006). Effects of thermal modification on the adhesion between spruce wood (*Picea abies* Karst.) and a thermoplastic polymer. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64, 373-376. <https://doi.org/10.1007/s00107-006-0107-y>.
- Gardner, D. J., & Han, Y. (2010). Towards structural wood plastic composites: technical innovations. *Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic network in wood material science and engineering (WSE)*. Tallinn, Estonia, 7-22.
- GB/T 9846.3 (2004). Plywood-Part 3: General specification for plywood for general use,” Standardization Administration of China, Beijing, China, 199 (in China).
- Goto, T., Saiki, H., & Onishi, H. (1982). Studies on wood gluing. XIII: Gluability and scanning electron microscopic study of wood-polypropylene bonding. *Wood Sci. Technol*, 16, 293-303. <https://doi.org/10.1007/BF00353157>.
- Grubbström, G., & Oksman, K. (2009). Silane-crosslinking efficiency in wood-polyethylene composites: Study of different polyethylenes. *Proceedings of 10th International Conference on Wood and Biofiber Plastic Composites*, Madison, WI, USA, 1-24.
- Grubbström, G., & Oksman, K. (2009). Influence of wood flour moisture content on the degree of silane crosslinking and its relationship to structure-property relations of wood-thermoplastic composites. *Composites Science and Technology*, 69, 1045-1050. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2009.01.021>.
- Grubbström, G., Holmgren, A., & Oksman, K. (2010). Silane-crosslinking of recycled low-density polyethylene/wood composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 41, (5), 678-683. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.01.018>.
- Hagdan, S., Tannert, T., & Smith, G. (2015). Wettability and impact performance of wood veneer/polyester composites. *BioResources*, 10 (3), 5633-5654. <https://doi.org/10.15376/biores.10.3.5633-5654>.
- Haghdan, S., & Smith, G. D. (2015). Fracture mechanisms of wood/polyester laminates under quasi-static compression and shear loading. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 74, 114-122. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.04.006>.
- Haghdan, S., Tannert, T., & Smith, G. D. (2015). Effects of reinforcement configuration and densification on impact strength of wood veneer/polyester composites. *Journal of Composite Materials*, 49 (10), 1161-1170. <https://doi.org/10.1177/0021998314531308>.
- Han, K-S., & Lee, H-H. (1997). Adhesion characteristics and anatomic scanning of plywood bonded by high density polyethylene. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 25 (3), 16-23 (in Korea).
- Hu, Y., Nakao, T., Nakai, T., Gu, J., & Wang, F. (2005). Vibrational properties of wood plastic plywood. *Journal of Wood Science*, 51 (1), 13-17. <https://doi.org/10.1007/s10086-003-0624-9>.
- Huang, J., & Li, K. (2008). A new soy flour-based adhesive for making interior type II plywood. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 63-70. <https://doi.org/10.1007/s11746-007-1162-1>.
- IsoPLY form (2017). Construction boards for formwork. Retrieved from [http://www.bayou-holz.com/wp-content/uploads/isoply\\_eng\\_new.pdf](http://www.bayou-holz.com/wp-content/uploads/isoply_eng_new.pdf).
- Jarvela, P., Jarvela P., & Tervala, O. (1996). Thermoplastic coating for plywood, modification and properties of thermoplastics. VTT Press Releases - State Technical Research Center, 1803, X-32.
- Jarvela, P.K., Tervala, O., Jarvela, P.A. (1999). Coating plywood with a thermoplastic. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 19, 295-301.
- Kajaks, J., Kalniņš, K., Reihmane, S., & Bernava, A. (2014). Recycled thermoplastic polymer hot melts utilization for birch wood veneer bonding. *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, 30 (2), 87-102.
- Kajaks, J., Reihmane, S., Grinbergs, U., & Kalniņš, K. (2012). Use of innovative environmentally friendly adhesives for wood veneer bonding. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 61 (3), 207-211. <https://doi.org/10.3176/proc.2012.3.10>.
- Kishi, H., Fujita, A., Miyazaki, H., Matsuda, S., & Murakami, A. (2006). Synthesis of wood-based epoxy resins and their mechanical and adhesive properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 102, 85-92.
- Kuusipalo, J. (2001). Plastic coating of plywood using extrusion technique. *Silva Fennica*, 35 (1), 103-110.
- Liiri, M. (2013). Properties of a new thermoplastic plywood product. *Master's thesis*. Espoo, 110 p.
- Liu, Y.J., & Li, K. (2007). Development and characterization of adhesives from soy protein for

- bonding wood. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 27 (1), 59-67.
- Lustosa, ECB, Del Menezzi, CHS, de Melo, R.R. (2015). Production and properties of a new wood laminated veneer/high-density polyethylene composite board. *Materials Research*, 18 (5), 994-99. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-1439.010615>.
- Matsi, M., Rohumaa, A., Piirlaid, M., Hughes, M., & Meier, P. (2010). Assessing the potential of furan polymer-based resin development in bonded veneer processing factors on adhesive bond strength. *Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network In Wood Material Science And Engineering (WSE)*. Tallinn, Estonia, 193 p.
- Matuana, L.M., Balatinez, J.J., & Park, C.B. (1998). Effect of surface properties on the adhesion between PVC and wood veneer laminates. *Polymer Engineering and Science*, 38 (5), 765-773. <https://doi.org/10.1002/pen.10242>.
- Melnik, I.P., Annenkov, V.F., & Lebedev, E.V. (1986). Application of thermoplastic polymers for the production of pressed materials and products from crushed wood. *Moscow: VNIPIEllesprom*, 1, 20 p. (in Russian).
- Mittal, M., & Sharma, C.B. (1992). Studies on lignin-based adhesives for plywood panels. *Polymer International*, 29 (1), 7-8.
- Patent № 5,415,943, United States (1995). Wood composite materials and methods for their manufacture / Groger, H.P., Kamke, F.A., Churchill, R.J., American Research Corporation of Virginia, Radford, Va – № 24,752; filed mar. 2, 1993; posted may 16, 1995.
- Piirlaid, M., Rohumaa, A., Matsi, M., Hughes, M., & Meier, P. (2010). Effect of birch veneer processing factors on adhesive bond strength development. *Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network In Wood Material Science And Engineering (WSE)*. Tallinn, Estonia, 193 p.
- Segerholm, B.K., Walinder, M.P., & Holmberg, D. (2010). Adhesion studies of scots pine-polypropylene bond using ABES. *Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and Engineering (WSE)*. Tallinn, Estonia, 142-146.
- Sirotenko, L. D., Obodovskaya, L. A., & Khrantsov, Yu. D. (1995). Non-toxic wood composite materials based on thermoplastics. *Woodworking industry*, 2, 20-23 (in Russian).
- Smith, M.J., Dai, H., & Ramani, K. (2002). Wood-thermoplastic adhesive interface-method of characterization and results. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 22 (3), 197-204. [https://doi.org/10.1016/S0143-7496\(01\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S0143-7496(01)00055-0).
- Song, W., Wenbang, W., Congrong, R., & Shuangbao, Z. (2016). Developing and evaluating composites based on plantation eucalyptus rotary-cut veneer and high-density polyethylene film as novel building materials. *BioResources*, 11 (2), 3318-3331.
- Song, W., Wenbang, W., Xuefei, L., & Shuangbao, Z. (2017). Utilization of polypropylene film as an adhesive to prepare formaldehyde-free, weather-resistant plywood-like composites: Process optimization, performance evaluation, and interface modification. *BioResources*, 12 (1), 228-254.
- Sorensen, R., & Ky, L. (1933). Dry film gluing in plywood manufacture. *The American Society of Mechanical Engineers*, 37-48.
- Sowunmi, S., Ebewele, R.O., Conner, A.H., & River, B.H. (1996). Fortified mangrove tannin- based plywood adhesive. *Journal of Applied Polymer Science*, 62, 577-584.
- Tang, L., Zhao-gang, Z., Jiao, Q., Ji-ruo, Z., & Ying, F. (2011). The preparation and application of a new formaldehyde-free adhesive for plywood. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 31 (6), 507-512.
- Tervala, O., & Jarvela, P. (1999). Thermoplastic coating processes for plywood. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 38 (4), 831-848.
- Tohmura, S.I., Li, G.Y., & Qin, T.F. (2005). Preparation and characterization of wood polyalcohol-based isocyanate adhesives. *Journal of Applied Polymer Science*, 98, 791-795.
- Umamura, K., Takahashi, A., & Kawal S. (1999). Durability of isocyanate resin adhesives for wood. II. Effect of the addition of several polyols on the thermal properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 74, 7-14.
- Vick, C.B. (1999). Adhesive bonding of wood materials. Chapter 9. *Wood handbook - wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory*, 9 (1), 9-24.
- Wang, Y. (2007). Morphological characterization of wood plastic composite (WPC) with advanced imaging tools: Developing methodologies for reliable phase and internal damage characterization. *Master's thesis*, Oregon, 163 p.
- World Health Organization. (2004). IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. International Agency for Research on Cancer. [www.iarc.fr/ENG/Press-Releases/archives/pr153a](http://www.iarc.fr/ENG/Press-Releases/archives/pr153a).
- Yorur, H. (2016). Utilization of waste polyethylene and its effects on physical and mechanical properties of oriented strand board. *BioResources*, 11 (1), 2483-2491. <https://doi.org/10.15376/biores.11.1.2483-2491>.
- Zike, S., & Kalnins, K. (2011). Enhanced impact absorption properties of plywood. *Civil Engineering' 11 3rd International Scientific Conference Proceedings, Vol. 3, Jelgava, Latvia University of Agriculture*, 125-130.

## **Термопластические полимеры в производстве фанерной продукции: преимущества, возможности и перспективы применения**

П. А. Бэхта<sup>1</sup>, И. И. Кусняк<sup>2</sup>

Одними из основных клеев, используемых в производстве фанерной продукции является карбамидо- и фенолоформальдегидные клеи. Однако, имея много положительных характеристик, такие клеи являются токсичными. Доказано, что выделение формальдегида может привести к повреждению органов дыхания, глаз и нервной системы и даже к раку и лейкемии. Всемирная организация здравоохранения также недавно пришла к выводу, что формальдегид является канцерогеном для человека. Поэтому уменьшение токсичности древесных материалов имеет огромное значение для окружающей среды, особенно для здоровья человека. В последние годы стали более жесткими требования к изделиям, с которыми контактирует человек, а также к тем материалам, которые используются для их изготовления.

Перед учеными встал вопрос поиска новых клеящих веществ, которые бы смогли заменить существующие токсичные синтетические термореактивные клеи на новые нетоксичные.

Были попытки в изготовлении фанеры на основе природных клеев – белки (казеин), коллаген костный, мездровый и рыбный, альбумин, углеводы (на основе крахмала или его производного – декстрина), натуральные латексные и каучуковые клеи. Однако, вследствие невысокой водо- или биостойкости, низкой теплостойкости, отсутствии некоторых видов сырья для их производства, а также из-за необходимости экономии пищевого сырья на сегодня они не находят большого применения для производства древесных композиционных материалов в широких масштабах.

После ряда исследований была предложена возможность склеивания фанеры синтетическими термопластичными полимерами, температура плавления которых не превышает 200°C. Вопросами изготовления фанеры на основе термопластических полимеров занималось много ученых. В частности предлагалось производство фанеры с применением термопластичных пленок.

На основе анализа большого количества научных работ проанализированы преимущества, возможности и перспективы использования термопластичных полимеров для изготовления фанерной продукции. Одним из основных преимуществ таких полимеров является их нетоксичность.

Анализируется поверхностная обработка фанеры полимерными пленками на основе полиэтилена и полипропилена. Кроме того, выясняется влияние ускоренного старения поверхности фанеры облицованной полиэтиленовыми и полипропиленовыми пленками на ее свойства. Для полиэтилена и полипропилена свойственна низкая адгезия к древесине. Проанализированы возможности повышения адгезии между термопластичными полимерами и шпоном / фанерой путем химического и термического модифицирования как полимеров, так и шпона.

Указано на возможность использования отходов термопластических полимеров в производстве фанеры, переработка которых уменьшит расходы первичного полимера, решит проблему защиты окружающей среды. В целом, невысокая стоимость и экологические показатели в совокупности открывают широкие возможности использования термопластичных полимеров в производстве фанеры.

**Ключевые слова:** фанера; формальдегид; токсичность; природные полимеры; синтетические клеи; термореактивные полимеры; термопластичные пленки; модифицирующие вещества; термическое модифицирование; химическое модифицирование; отходы термопластичных полимеров.

## **Thermoplastic polymers in the production of plywood products: advantages, opportunities and perspectives for application**

P. Bekhta<sup>1</sup>, I. Kusniak<sup>2</sup>

One of the main adhesives used in the production of plywood are urea- and phenol-formaldehyde adhesives. In spite of their many positive characteristics such adhesives are toxic. Previous studies have proved that the formaldehyde giving off can cause the respiratory, nervous system and eyes damage and even cancer

<sup>1</sup> Бэхта Павло Антонович – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий древесных композиционных материалов, целлюлозы и бумаги. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-238-44-99, E-mail: bekhta@ukr.net

<sup>2</sup> Кусняк Ирина Ивановна – ассистент кафедры технологий древесных композиционных материалов, целлюлозы и бумаги. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-238-44-99, + 38-093-622-18-08. E-mail: iryna.rondyak@gmail.com

<sup>1</sup> Pavlo Bekhta – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Wood-Based Composites, Cellulose and Paper. Ukrainian National Forestry University, Generala Chuprynky st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-238-44-99, E-mail: bekhta@ukr.net

<sup>2</sup> Iryna Kusniak – assistant of the Department of Wood-Based Composites, Cellulose and Paper. Ukrainian National Forestry University, Generala Chuprynky st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-032-238-44-99. E-mail: iryna.rondyak@gmail.com.

and leukemia. The World Health Organization has also recently concluded that formaldehyde is a human carcinogen. Therefore, the wood materials toxicity reduction has great importance for the environment and especially for human health. Throughout recent years, requirements to the products that a person contacts, as well as those materials used for their manufacture, have increased.

Scientists were faced with the question of finding new adhesives which could replace existing toxic synthetic thermosetting glues on the new non-toxic glues.

Attempts to make plywood based on natural glues were done – proteins (casein), bone collagen, skin and fining, albumin, carbohydrates (on the basis of starch or its derivative – dextrin), natural latex and rubber glues.

However, due to low water or biodegradability, low heat resistance, lack of some types of raw materials for their production and also necessity to save food raw materials nowadays they do not find large-scale application in wood composite materials production.

After several researches, the possibility of gluing plywood with synthetic thermoplastic polymers, the melting point of which does not exceed 200 °C were proposed. Many scientists studied the question of plywood production based on the thermoplastic polymers. In particular the plywood production with the use of thermoplastic films was proposed.

In this review the advantages, possibilities and perspectives of the thermoplastic polymers using for the plywood products production are analyzed. One of the main advantages of such polymers is their non-toxicity.

Surface treatment of the plywood with polymeric films based on polyethylene and polypropylene is considered. In addition, an accelerating aging impact of the plywood surface covered with polyethylene and polypropylene films on its properties is found out. Polyethylene and polypropylene have low adhesion to the wood. The adhesion increasing possibilities between thermoplastic polymers and veneer / plywood by chemical and thermal modification of both polymers and veneer are analyzed.

The possibility of the thermoplastic polymers waste using in the plywood production, the retreatment of which will reduce the cost of the primary polymer and will solve the problem of the environmental protection is considered as well. In general, low cost and environmental indicators jointly open the wide opportunities of using thermoplastic polymers in plywood production.

**Key words:** plywood; formaldehyde; toxicity; natural polymers; synthetic adhesives; thermosetting polymers; thermoplastic films; modifying agents; thermal modification; chemical modification; thermoplastic polymers waste.

## ДО УВАГИ АВТОРІВ

У «Наукових працях Лісівничої академії наук України» публікуються оригінальні наукові статті та наукові огляди з теоретичних і прикладних питань лісового та садово-паркового господарства, біології, екології та природно-заповідної справи, економіки природокористування та менеджменту, лісової інженерії, ресурсоощадних і екологобезпечних технологій деревообробки, машин і механізмів лісогосподарського комплексу, інформаційних технологій галузі.

Редакція приймає до опублікування статті обсягом 15-20 сторінок машинописного тексту, надрукованого через 1,5 інтервала. Формат документа – А4, формат файлу – \*.doc, \*.docx (MS Word 2003, 2010, 2013). Поля – 2 см по периметру. В редакцію подаються електронний і паперовий варіанти статті.

Текст наукової (експериментальної) статті подається за такою структурою: вступ; об'єкти та методика дослідження; результати та обговорення; висновки; подяка (за потреби); бібліографічні посилання.

Оглядова стаття може мати різну кількість структурних розділів із довільними назвами, але вказані пункти є обов'язковими: вступ; висновки; бібліографічні посилання. В обох випадках інформація про авторів подається трьома мовами.

До друку приймаються статті українською, російською та англійською мовами. До кожної статті подаються анотації трьома мовами.

Обсяг анотації українською мовою – 22-25 рядків або 1400-1600 знаків. Обсяг анотації російською мовою – 40-45 рядків або 2600-2900 знаків. Обсяг анотації англійською мовою – повний переклад анотації російською мовою, але не менше 35 рядків або 2300 знаків. Ключові слова в обсяг анотації не входять.

Для статей, написаних англійською мовою, потрібно додати дві розширені анотації (українською та російською мовами) – по 40-45 рядків. Анотація англійською мовою складає 22-25 рядків (без ключових слів).

Ключові слова/словосполучення (10-12 шт.) не повинні дублювати заголовку статті.

Бібліографічний список повинен вміщати не менше 15 літературних джерел. Бажано робити посилання на джерела, опубліковані після 2010 року, особливо ті, які мають індекс DOI. Самоцитовання – не більше 15%. Під час формування списку літературних джерел необхідно користуватись вимогами APA 6th Edition.

Транслітерація літературних джерел в статтях не допускається. Список бібліографічних посилань повинен бути наведений англійською мовою. У дужках необхідно вказати мову, на якій видано літературне джерело (напр., in Ukrainian). Якщо робота видана англійською мовою, то мову в дужках вказувати не потрібно.

Особливу увагу авторів звертаємо на правильне подання «Бібліографічних посилань» та англійськомовну частину публікації. Статтю читатиме міжнародна аудиторія науковців, тому текст анотації повинен бути чітким і зв'язним, а її зміст – зрозумілим без ознайомлення з основним змістом самої статті. У статті потрібно застосовувати фахову термінологію, яку використовують у профільних міжнародних англійськомовних виданнях.

Текст статті, анотації, назви таблиць, список літератури подаються шрифтом Times New Roman 14. Підписи до рисунків – шрифтом Times New Roman 13, вирівняні по центру. Фотографії та рисунки подаються безпосередньо в статті, а також в окремому файлі у форматі \*.jpg, чи оформленні у середовищі MS Excel.

У таблицях повинні бути відсутні вертикальні лінії. Подаються лише горизонтальні лінії – в «шапці» та в кінці таблиці.

У збірнику наукових праць «Наукові праці Лісівничої академії наук України» не можуть бути опубліковані матеріали, які вже раніше публікувалися в інших наукових збірниках. Редакційна колегія наукового видання залишає за собою право відхилити статті, які не відповідають вимогам і тематиці збірника.

Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять процес рецензування. Форми рецензування статей: внутрішня; зовнішня.

Заступник головного редактора визначає відповідність статті профілю журналу і скеровує її на рецензування фахівцю – доктору чи кандидату наук, який має близьку до теми статті наукову спеціалізацію.

Матеріали рецензуються членами редакційної колегії наукового видання та/або сторонніми незалежними експертами, виходячи з принципу об'єктивності і з позицій вищих міжнародних академічних стандартів якості.

Терміни рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним редактором з урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.

Наявність позитивної рецензії не є достатньою підставою для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність публікації приймається редакційною колегією.

Після прийняття до друку наукові матеріали проходять процес редагування. Редакція залишає за собою право на стилістичну правку рукопису, літературне редагування та скорочення текстів зі збереженням авторського стилю. З автором узгоджуються правки, які, на думку редакції, можуть змінити зміст тексту.

Відповідальність за достовірність інформації у статтях, точність назв, статистичних даних, прізвищ та цитат несуть автори. Для уникнення некоректних запозичень або використання результатів дослідження третіх осіб автори зобов'язані дотримуватись етики наукового цитування.

У випадках виявлення плагіату відповідальність несуть автори наданих матеріалів.

Після прийняття редколегією рішення про допуск статті до публікації відповідальний секретар інформує про це автора і вказує терміни публікації. Оригінали рецензій зберігаються в редакційній колегії і в редакції наукового журналу.

Прийняті до друку наукові матеріали не повертаються та не можуть бути надруковані в інших наукових журналах.

Більш детальна інформація для авторів щодо правил подачі статей до збірника «Наукові праці Лісівничої академії наук України», оформлення «Бібліографічних посилань», політики відкритого доступу подана на сайті збірника наукових праць: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu>



Збірник наукових праць  
**Наукові праці Лісівничої академії наук України**

Випуск 16

2018 р.

Науковий редактор: проф. Ю.М. Дебринюк, д-р с.-г. наук  
Фото і текст на 4-ій сторінці обкладинки: Ю.М. Дебринюк  
Літературний редактор: А. Ф. Павлишин  
Редактор англomовних текстів: проф. І. П. Соловій, д-р екон. наук  
Відповідальний секретар: Б. В. Дебринюк

---

Підписано до друку 06.08.2018 р. Формат 60\*84/8. Папір офсетний.  
Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 16,74. Обл.-вид. арк. 14,3  
Наклад 300 прим. Зам. №2431

**Видавець:** Редакційно-видавничий центр НЛТУ України  
79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 134/16  
Тел.: (032) 240-23-50. E-mail: lanu\_mag@ukr.net

**Верстання та друк:** ТзОВ «Компанія “Манускрипт”»  
вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008  
тел./факс: (032) 235-52-20

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції серія ДК № 3628 від 19.11.2009 р.

---

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
(Серія KB, № 21138-10938ПР від 23.01.2015 р.)

Згідно з рішенням Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України,  
«**Наукові праці Лісівничої академії наук України**» належить до  
Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних  
робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук за такими напрямками:

*сільськогосподарські науки* (від 13.07.2015 р., № 747),  
*біологічні науки* (лісове господарство) (від 07.10.2015 р., № 1021),  
*технічні науки* (від 9.03.2016 р., № 241)

Збірник наукових праць внесено до бібліографічної бази даних наукових публікацій РІНЦ:  
[http://elibrary.ru/title\\_items.asp?id=41283](http://elibrary.ru/title_items.asp?id=41283) (ліцензійний договір від 13 грудня 2013 року  
№ 778-12/2013); зареєстровано у Науково-метричній базі Index Copernicus як періодичне наукове  
видання, що забезпечує публікування наукових розвідок із природничих і суспільних наук  
(Natural and Social Sciences: Forestry; Biological; Economics; Tecnnoology); ICV 2015: 39,04;  
<http://journals.indexcopernicus.com/passport.php?id=24781213>